



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ingeniería Industrial

Unidad de Posgrado

**Sistema de evaluación en línea para controlar el agua
residual utilizando como parámetro el oxígeno disuelto
en el parque industrial norte de Guayaquil**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial

AUTOR

Virgilio Alonso ORDÓÑEZ RAMÍREZ

ASESOR

Dr. Alberto GARRIDO SCHAEFFER

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Ordóñez, V. (2019). *Sistema de evaluación en línea para controlar el agua residual utilizando como parámetro el oxígeno disuelto en el parque industrial norte de Guayaquil*. Tesis para optar grado de Doctor en Ingeniería Industrial. Unidad de Posgrado, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

INFORMACION

CÓDIGO ORCID DEL AUTOR: No aplica

CÓDIGO ORCID DEL ASESOR: <https://orcid.org/0000-0002-3304-4566>

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: No aplica

INSTITUCIÓN FINANCIADA No aplica

PARCIAL O TOTAL:

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN Km 15.5, Vía Daule, Guayaquil, Guayas, Ecuador.
Latitud: -2° 3' 53"
Longitud: -79° 56' 42"

AÑO O RANGO DE AÑOS DE LA INVESTIGACIÓN 2016-2018

DNI 0909780850



UNIVERSIDAD NACIONAL
MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

UNIDAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 21-UPG-FII-2019

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO
DE DOCTOR EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

En la ciudad de Lima, del día trece del mes de diciembre del dos mil diecinueve, siendo las ocho y media horas, en acto público se instaló el Jurado Examinador para la Sustentación de la Tesis titulada: **"SISTEMA DE EVALUACIÓN EN LÍNEA PARA CONTROLAR EL AGUA RESIDUAL UTILIZANDO COMO PARÁMETRO EL OXÍGENO DISUELTO EN EL PARQUE INDUSTRIAL NORTE DE GUAYAQUIL."**, para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas del Jurado Examinador se procedió a la calificación individual y secreta, habiendo sido APROBADO con la calificación de Dieciséis (16) (BUENO)

El Jurado recomienda que la Facultad acuerde el otorgamiento del Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial, al **Mg. ORDÓÑEZ RAMÍREZ, VIRGILIO ALONSO**.

En señal de conformidad, siendo las 10:00 horas se suscribe la presente acta en cuatro ejemplares, dándose por concluido el acto.

Dr. INCHE MITMA, JORGE LUIS
Presidente

Dr. SANTOS DE LA CRUZ, EULOGIO GUILLERMO
Miembro

Dr. TINOCO GÓMEZ, OSCAR RAFAEL
Miembro

Dr. CHUNG PINZÁS, ALFONSO RAMÓN
Miembro

Dr. GARRIDO SCHAEFFER, ALBERTO
Asesor

AGRADECIMIENTO

Al culminar el presente trabajo de investigación, quiero agradecer a Dios por estar siempre a mi lado y poder cumplir con este nivel académico; a la prestigiosa Universidad Nacional Mayor de San Marcos por haberme transmitido los conocimientos académicos y científicos, especial gratitud a todos los docentes de la Escuela de Posgrado de Ingeniería Industrial, al Doctor Alberto Garrido por haberme guiado satisfactoriamente; a mis amigos MSc. Iván Suarez y MSc. Fabrizzio López, compañeros de aula y días de estudio y mucho sacrificio, gracias a todos los profesionales que colaboraron de manera directa e indirecta en el desarrollo de esta investigación y especialmente a nuestra querida Universidad Politécnica Salesiana.

Virgilio Alonso Ordóñez Ramírez

DEDICATORIA

Con mucho amor dedico este trabajo de investigación a mi esposa Carmen Palacios, quién con su invaluable apoyo constante me ha motivado para seguir adelante en mi vida profesional y cumplir exitosamente este grado académico; a mis queridos hijos María Teresa, Alonso Julio y Carlos Andrés quienes han sido mi inspiración constante y han compartido conmigo momentos de inmensa alegría y tristeza; a mis hermanos Segundo, Abdón y Honorio que son un ejemplo permanente de esfuerzo y superación, y finalmente a mis padres Virgilio y María Genara de las Mercedes que siempre estuvieron pendientes y me orientaron a cumplir cada una de las metas que me he propuesto a lo largo de mi existencia.

Virgilio Alonso Ordóñez Ramírez

RESUMEN

El presente trabajo es un proyecto, en el que le permitirá a nuestra sociedad poder desarrollarse con una mejor calidad de vida, mediante la aplicación de un proceso industrial que se constituye en una alternativa para minimizar la contaminación generada por las descargas de aguas residuales hacia la fuente de agua dulce más sensible e importante de nuestra ciudad, en virtud que de esta tomamos el agua para todo el consumo doméstico de nuestra comunidad, por lo que es imprescindible su conservación y el mantenimiento de su ecosistema para la sobrevivencia de todas sus especies y de los seres humanos que aquí habitamos y de todos nuestros futuros descendientes, los ciudadanos que mañana habitaran la ciudad, que son muy importantes debido a que la familia y la preservación de su salud es lo más significativo, por lo que es obligación de sus ciudadanos precautelar el ambiente que se va a dejar.

En principio se identificó la realidad actual de la descarga de agua residual, sus resultados son muy preocupantes porque se evidencia que el control existente es relativamente nulo, por lo que se hace imperativo modificar el actual modelo de control de la calidad de la descarga de agua residual. Los ciudadanos guayaquileños están muy conscientes de lo que significó la pérdida de una de sus fuentes de agua; El Estero Salado, sitio de recreación del pueblo guayaquileño en el pasado, brazo de mar en la que el pueblo disfrutaba por la excelente calidad de sus aguas y que con el paso del tiempo producto de las descargas de aguas residuales, las invasiones y la inacción de las autoridades de la época; fue contaminándose lentamente y hoy los

ciudadanos ya no lo pueden disfrutar, por lo que se hace imperativo generar acciones que permitan preservar la fuente de agua dulce de la cual captamos el agua para satisfacer las necesidades básicas de la comunidad.

Se elaboró un equipo piloto que permitió evaluar la calidad de la descarga del agua residual de manera permanente y direccionar el flujo en función de los resultados obtenidos de la concentración de oxígeno disuelto, dato que se almacena en un archivo de Excel, como evidencia del cumplimiento. Este sistema permitió a la empresa tomar acción correctiva de manera inmediata, asegurando de esta manera descargar agua residual con la cantidad de oxígeno disuelto en el valor admisible para preservar la fuente de agua.

Este sistema mixto de control y recirculación en línea para la evaluación de la calidad de la descarga de agua residual hacia la fuente de agua dulce, permitió a la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable desde su escritorio, conocer de manera inmediata los valores con lo que está descargando la empresa sus aguas residuales de manera permanente en función que los resultados son controlados, registrados y reportados cada segundo.

La viabilidad del proyecto se la refleja en la última parte del estudio en donde se estableció el costo beneficio de la instalación de este sistema mixto de control y recirculación en línea, porque comparado con el sistema de evaluación actual de la calidad de la descarga de agua residual, se evidenció un ahorro significativo.

En el futuro en caso de aplicarse el proyecto el ahorro de recursos muy bien puede ser invertido en la optimización de la operación de las unidades de tratamiento de agua residual.

Palabras claves: Sistema de control, sensor, oxígeno disuelto, temperatura.

SUMMARY

The present work is a project, in which it will allow our society to develop with a better quality of life, through the application of an industrial process that constitutes an alternative to minimize the pollution generated by wastewater discharges towards The most sensitive and important source of fresh water in our city, by virtue of which we take water for all the domestic consumption of our community, so its conservation and maintenance of its ecosystem is essential for the survival of all its species and of the human beings that we inhabit here and of all our future descendants, the citizens who will inhabit the city tomorrow, which are very important because the family and the preservation of their health is the most significant, so we are obliged to protect the environment that we are going to leave.

In principle, the current reality of the wastewater discharge was identified, its results are very worrying because it is evident that the existing control is relatively null, so it is imperative to modify the current model of quality control of the water discharge residual. We citizens who live in the city of Guayaquil are very aware of what the loss of one of their water sources means; El Estero Salado, a recreation site of the town of Guayaquil in the past, an arm of the sea in which the town enjoyed the excellent quality of its waters and that over time resulted from wastewater discharges, invasions and inaction of the authorities of the time; it was slowly contaminating and today we citizens can no longer enjoy it in a primary way, so we cannot afford to, if we love our offspring to lose the source of fresh water from which we capture water to meet our basic needs .

A pilot team was developed that allowed to evaluate the quality of the wastewater discharge permanently and to direct the flow based on the results obtained of temperature and dissolved oxygen content, which are duly recorded in an Excel sheet, so that The company can take immediate action, thus ensuring the discharge of wastewater with the amount of oxygen dissolved in the value required to preserve the water source.

This mixed system of control and recirculation in line for the evaluation of the quality of the discharge of residual water to the source of fresh water, will allow the Responsible Application Environmental Authority, the possibility that from its desk or any place where it find, know immediately the values with which a company is discharging its wastewater permanently depending on the results are controlled, recorded and reported every second.

The viability of the project is reflected in the last part of the study where the cost benefit of the installation of this mixed system of control and recirculation online is established, because compared to the current system of evaluation of the quality of water discharge residual, will allow a significant saving of resources that can very well be invested in the optimization of the operation of the wastewater treatment units

Keywords: Control system, sensor, dissolved oxygen, temperature.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ACEPTACIÓN DE TESIS	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
RESUMEN.....	V
SUMMARY	VIII
INDICE GENERAL	X
INDICE DE TABLAS.....	XVI
INDICE DE FIGURAS.....	XIX
INDICE DE ANEXOS	XXIV
 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	 1
1.1 Situación Problemática	3
1.2 Formulación del Problema	5
1.2.1 Problema General	5
1.2.2 Problemas Específicos	5
1.3 Justificación de la Investigación	6
1.3.1 Justificación Teórica	6
1.3.2 Justificación Práctica	8
1.4 Objetivos de la Investigación	9
1.4.1 Objetivo General.....	9
1.4.2 Objetivo Específico	9

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Marco Filosófico	11
2.2 Antecedentes de la Investigación	13
2.3 Bases Teóricas.....	19
2.3.1 Depuración y tratamiento de aguas residuales.....	19
2.3.1.1 Pretratamiento	19
2.3.1.2 Tratamiento primario	20
2.3.1.3 Tratamiento secundario.....	20
2.3.1.4 Tratamiento terciario.....	20
2.3.2 Tratamientos físicos- químicos.....	21
2.3.2.1 Coagulación- floculación	21
2.3.2.2 Sedimentación- filtración.....	22
2.3.2.3 Factores que influyen en el tratamiento físico químico	22
2.3.2.4 Corrección de pH	24
2.3.2.5 Prueba de jarra	24
2.3.3 Tratamientos biológicos.....	24
2.3.3.1 Sistemas aerobios.....	25
2.3.3.2 Sistemas anaeróbicos	25
2.3.4 Calidad del agua	25
2.3.5 Principales parámetros de calidad de agua	27
2.3.5.1 Parámetros físicos	27
2.3.5.2 Características químicas.....	29
2.3.5.3 Características biológicas.....	30
2.3.6 Oxígeno disuelto	31
2.3.6.1 Mediciones de oxígeno disuelto.....	33

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	36
3.1 Tipo y Diseño de la Investigación.....	36
3.2 Unidad de Análisis	43
3.3 Población de Estudio.....	43
3.4 Tamaño de la muestra	43
3.5 Selección de muestra.....	44
3.6 Técnica de Recolección de datos	44
3.7 Análisis e interpretación de la información	45
 CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	 46
4.1 Resultados de la situación actual en la descarga de ARIT	48
4.1.1 Empresas debidamente regularizadas ambientalmente	48
4.1.2 Empresas que cuentan con gestión ambiental certificada.....	49
4.1.3 Personas en el país que laboran en temas ambientales	51
4.1.4 Proporción de empresas que realizaron inversión ambiental	51
4.1.5 Fuente de agua que se consume en las empresas.....	52
4.1.6 Intensidad del uso del agua.....	53
4.1.7 Empresas que realizan tratamiento a sus aguas residuales	54
4.1.8 Resultados de la Inspección realizada por la Autoridad Ambiental	55
4.1.9 Resultados del inventario de equipos de laboratorio	56
4.1.10 Resultados del nivel de preparación del personal que opera la unidad de tratamiento de aguas residuales	58
4.2 Resultados obtenidos en la descarga de agua residual	59
4.2.1 Resultados de la evaluación de la DQO en la unidad de análisis	59
4.2.2 Resultados de la evaluación de la Temperatura en la unidad de análisis	61

4.2.3 Resultados de la evaluación de la DBO ₅ en la unidad de análisis	62
4.2.3 Resultados de la evaluación de Oxígeno Disuelto en la unidad de análisis	64
4.2.4 Resultados de la evaluación de Sólidos Totales en la unidad de análisis	65
4.2.5 Resultados de caudal en la unidad de análisis	67
4.2.6 Resultados de la comparación de la dosificación de coagulante	68
4.2.7 Comparación de resultados de la concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler y el sensor.	70
4.3 Resultados obtenidos en la fuente de agua.....	72
4.4 Resultados de pruebas realizadas con la unidad de control	93
4.5 Resultados de la efectividad de la unidad de control.	94
4.5.1 Tiempo requerido para evaluación interna	94
4.5.2 Tiempo requerido para evaluación externa.....	95
4.5.3 Tiempo requerido por la Autoridad Ambiental para el control.	97
4.5.4 Tiempo requerido por la propuesta de control en línea.	99
4.6 Comprobación de las Hipótesis.....	100
4.4.1 Hipótesis 1	101
4.4.2 Hipótesis 2	105
4.4.2.1 Línea de Experimentación	105
4.4.2.2 Línea de Control	109
4.4.3 Hipótesis 3	112

CAPÍTULO V: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN EN LÍNEA PARA CONTROLAR EL AGUA RESIDUAL 119

5.1 Costos de operación estándar asociados a la valoración de la calidad del agua residual que se descarga hacia fuentes de agua dulce. 120

5.2 Inversión de un sistema de evaluación en línea para el control de aguas residuales..... 123

5.3 Costos de operación asociados a la valoración de la calidad del agua residual que se descarga hacia fuentes de agua dulce después de la implementación del sistema de evaluación en línea..... 125

5.4 Ahorros en los costos operación asociados a la valoración de la calidad del agua residual que se descarga hacia fuentes de agua dulce producto de la implementación de un sistema de evaluación en línea. 128

5.5 Análisis económico de la implementación de un sistema de evaluación en línea para el control de aguas residuales que se descargan hacia fuentes de agua dulce.. 130

5.5.1 Tratamiento tributario producto del ahorro en los costos de operación 130

5.5.2. Flujo de caja económico de la implementación de un sistema de evaluación en línea para la valoración de la calidad del agua residual de una empresa industrial..... 133

5.6 Indicadores de rentabilidad 134

5.7 Análisis de sensibilidad de la implementación del sistema de evaluación en línea para la valoración de la calidad del agua residual de una empresa industrial..... 138

CONCLUSIONES..... 140

RECOMENDACIONES..... 142

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144
ANEXOS	150

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos de Concentración de Oxígeno Disuelto y Consecuencias Ecosistémicas Frecuentes.....	32
Tabla 2 Identificación de la Situación Actual de la Calidad de la Descarga del Efluente Industrial Hacia la Fuente de Agua Dulce.....	38
Tabla 3 Identificación de la Situación Actual de la Calidad de la Descarga del Efluente Industrial Hacia la Fuente de Agua Dulce.....	40
Tabla 4 La Verificación que el Sistema Mixto de Control y Recirculación en Línea Permita Dar a Conocer de Manera Inmediata la Calidad del Efluente.	42
Tabla 5 Distribución de Empresas por Tipos de Permisos Ambientales	49
Tabla 6 Proporción de Empresas con Certificación ISO 14001 en el año 2016	50
Tabla 7 Personas que Laboran en Temas Ambientales.....	51
Tabla 8 Proporción de Empresas que Realizaron Inversión Ambiental en el año 2016.....	52
Tabla 9 Captación de Agua por el Tipo de Fuente.....	53
Tabla 10 Intensidad del Uso del Agua	53
Tabla 11 Proporción de Empresas que Realizan Tratamiento de Aguas Residuales	54
Tabla 12 Resultados de la Inspección Anual	56
Tabla 13 Resultados del Inventario de Equipos y Materiales	57
Tabla 14 Resultados del Nivel de Preparación de Personal que Opera y Supervisa la Edar	58
Tabla 15 Proceso de Evaluación y Control Interno Realizado por la Empresa Actualmente	94

Tabla 16 Proceso de Evaluación y Control Externo Realizado por las Empresas a la Descarga de Aguas Residuales Actualmente	96
Tabla 17 Proceso de Evaluación y Control Externo Realizado a las Empresas por la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable Actualmente.....	97
Tabla 18 Proceso del Sistema de Control Propuesto.....	99
Tabla 19 Costo Anual de Valoración de Aguas Residuales.....	120
Tabla 20 Tasa de Inflación Esperada para el Ecuador	121
Tabla 21 Costos de Valoración en Dólares de la Calidad de Aguas Residuales de una Empresa Industrial (2019-2028)	123
Tabla 22 Materiales y Equipos para la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea para el Control de Aguas Residuales.....	124
Tabla 23 Inversión en la Implementación un Sistema de Evaluación en Línea para el Control de Agua Residuales.....	125
Tabla 24 Costo Anual de Valoración de Aguas Residuales Después de la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea.....	126
Tabla 25 Costos de Valoración en Dólares de la Calidad de Aguas Residuales de una Empresa Industrial Después de la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea (2019-2028).....	127
Tabla 26 Ahorro en los Costos en Dólares de la Valoración de Calidad de Aguas Residuales de una Empresa Industrial Después de la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea (2019-2028)	129
Tabla 27 Variación Asociada al IVA	131
Tabla 28 Variación Asociada al Impuesto a la Renta	132

Tabla 29 Flujo de Caja Económico de la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea para la Valoración de la Calidad del Agua Residual de una Empresa Industrial (Usd)	133
Tabla 30 Cálculo del VAN.....	136
Tabla 31 Valor Actual de los Costos de Valoración de la Calidad de Agua Residuales de una Empresa Industrial	137
Tabla 32 Análisis de Sensibilidad del VAN del Sistema de Evaluación en Línea .	139

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo de planta de tratamiento físico- químico tipo convencional.	21
Figura 2 Concentración de la DQO, Enero 2018	59
Figura 3 Concentración de la DQO Febrero 2018	60
Figura 4 Concentración de la DQO Marzo 2018	60
Figura 5 Temperatura del Agua Residual Enero 2018.....	61
Figura 6 Temperatura del Agua Residual Febrero 2018.....	61
Figura 7 Temperatura del Agua Residual Marzo 2018.....	62
Figura 8 DBO ₅ del Agua Residual en Enero 2018.....	62
Figura 9 DBO ₅ en el Agua Residual en Febrero 2018.....	63
Figura 10 DBO ₅ en el Agua Residual en Marzo 2018.....	63
Figura 11 Oxígeno Disuelto en el Agua Residual en Enero 2018	64
Figura 12 Oxígeno Disuelto en el Agua Residual en Febrero 2018.	64
Figura 13 Oxígeno Disuelto en el Agua Residual en Marzo 2018.	65
Figura 14 Sólidos Totales en el Agua Residual en Enero 2018.....	65
Figura 15 Sólidos Totales en el Agua Residual en Febrero 2018.....	66
Figura 16 Sólidos Totales en el Agua Residual en Marzo 2018.....	66
Figura 17 Caudal en Unidad de Análisis en Enero 2018	67
Figura 18 Caudal en Unidad de Análisis en Febrero 2018	68
Figura 19 Caudal en la Unidad de Análisis en Marzo 2018	68
Figura 20 Comparación de Dosis en Proceso Coagulación en Enero 2018.....	69
Figura 21 Comparación de Dosis en Proceso Coagulación en Febrero 2018.....	69
Figura 22 Comparación de Dosis en Proceso Coagulación en Marzo 2018.....	70

Figura 23 Comparación de Resultados de Concentración de Oxígeno Disuelto en Enero 2018	71
Figura 24 Comparación de Resultados de Concentración de Oxígeno Disuelto en Febrero 2018	71
Figura 25 Comparación de Resultados de Concentración de Oxígeno Disuelto en Febrero 2018	72
Figura 26 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 09h00....	73
Figura 27 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 11h00....	73
Figura 28 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 13h00....	74
Figura 29 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 15h00....	74
Figura 30 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 17h00....	74
Figura 31 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 09h00.....	75
Figura 32 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 11h00.....	75
Figura 33 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 13h00.....	76
Figura 34 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 15h00.....	76
Figura 35 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 17h00.....	77
Figura 36 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 09h00.	78
Figura 37 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 11h00.	78
Figura 38 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 13h00.	78
Figura 39 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 15h00.	79

Figura 40 Concentración Del Oxígeno Disuelto En El Mes De Junio A Las 17h00.....	79
Figura 41 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 09h00.....	80
Figura 42 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 11h00.....	80
Figura 43 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 13h00.....	81
Figura 44 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 15h00.....	81
Figura 45 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 17h00.....	82
Figura 46 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 09h00.....	83
Figura 47 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 11h00.....	83
Figura 48 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 13h00.....	83
Figura 49 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 15h00.....	84
Figura 50 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 17h00.....	84
Figura 51 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 09h00.	85

Figura 52 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 11h00.	85
Figura 53 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 13h00.	86
Figura 54 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a Las 15h00.	86
Figura 55 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 17h00.	87
Figura 56 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 09h00.....	88
Figura 57 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 11h00.....	88
Figura 58 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 13h00.....	89
Figura 59 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 15h00.....	89
Figura 60 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 17h00.....	89
Figura 61 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 09h00	90
Figura 62 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 11h00.	90
Figura 63 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 13h00.	91

Figura 64 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 15h00.	91
Figura 65 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 17h00.	92
Figura 66 Corridas de Oxígeno Disuelto Realizadas en la Unidad de Control.....	93

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Glosario de Términos	150
Anexo 2 Abreviaturas y Siglas	154
Anexo 3 Tulsma 2002 - Libro Vi – Anexo 1.-Tabla 12	156
Anexo 4 Tabla 2: Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces, Marinas y de Estuarios.....	160
Anexo 5 Tabla 9: Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce.	164
Anexo 6 Fotos de Evaluación Fuente de Agua.....	168
Anexo 7 Fotos de Construcción del Sistema de Evaluación de Oxígeno Disuelto .	169
Anexo 8 Cotización de Evaluación de Oxígeno Disuelto.....	170
Anexo 9 Instalación de nuevas Unidades para Mejorar el Tratamiento de las Aguas Residuales	172
Anexo 10 Matriz de Consistencia Lógica.....	173
Anexo 11 Descripción del Sistema de Control para el ARIT	174
Anexo 12 Descripción de la Operación del Sistema Mixto de Control y Recirculación en Línea.....	177
Anexo 13 Vista Isométrica de la Unidad de Control	179
Anexo 14 Dimensiones de la Caja de Control	180
Anexo 15 Dimensiones de la Estructura donde se Almacena los Elementos de la Unidad de Control	181
Anexo 16 Dimensión del Reservorio de Control.....	182
Anexo 17 Dimensión de la bomba.....	183
Anexo 18 Dimensiones del Tablero de Fuerza	184
Anexo 19 Dimensiones del Monitor	185

Anexo 20 Dimensiones de Uniones T	186
Anexo 21 Dimensiones de Codos	187
Anexo 22 Dimensiones de Neplos	188
Anexo 23 Dimensiones de Unión Universal.....	189
Anexo 24 Dimensiones de Uniones	190
Anexo 25 Listado de Instrumentos que Contiene el Sistema Mixto de Control y Recirculación en Línea para Evaluar la Concentración de Oxígeno Disuelto.	191
Anexo 26 Programación de la Unidad de Control	199
Anexo 27 Diagramas de la Unidad de Control	205
Anexo 28 Pantallas de Monitoreo de los Datos de la Unidad de Control	208
Anexo 29 Diagrama de Control	212
Anexo 30 Resultados de Monitoreos en la Fuente de Agua Dulce en Marzo	213
Anexo 31 Resultados de Monitoreos en la Fuente de Agua Dulce en Junio 2017 ..	216
Anexo 32 Resultados de Monitoreos en la Fuente de Agua Dulce en Septiembre en 2017.....	219
Anexo 33 Resultados de Monitoreos en la Fuente de Agua Dulce en Diciembre 2017.....	222
Anexo 34 Resultados de Monitoreos Realizados en la Unidad de Análisis en Primer Trimestre 2018	225
Anexo 35 Empresas Ubicadas en la Zona Norte que Descargan Agua Residual Hacia la Fuente de Agua Dulce.	231
Anexo 36 Figura de los Resultados de la Inspección Anual que Realizó la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable a las Empresas Ubicadas en el Norte que Descargan el Agua Residual Hacia la Fuente de Agua Dulce.	247
Anexo 37 Pruebas de Oxígeno Disuelto Realizadas con la Unidad de Control	248

Anexo 38 Resultados de Oxígeno Disuelto en la Evaluación de la Descarga de Agua Residual.....	280
Anexo 39 Tiempo de Entrega de Información.....	284
Anexo 40 Comparación de Resultados de Oxígeno Disuelto	285

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental que sufren las fuentes de agua dulce es uno de los problemas más significativos que se presenta en la tierra; es por esto que se ha convertido en un tema de preocupación mundial. “En los últimos 200 años, las actividades desarrolladas por hombre en diferentes ámbito, ha venido agregado al ambiente una gran cantidad de productos químicos y agentes físicos, teniendo una influencia importante sobre los recursos naturales, principalmente sobre los energéticos” (Enkerlin, et,al 1997). El agua, es uno de los recursos más importantes en el planeta y por ende uno de los más utilizados en las diferentes actividades que realiza el hombre, lo que conlleva también un problema ambiental, ya que por este medio se da la eliminación de materiales residuales, tóxicos, desechos humanos y de animales etc., ocasionando con ello la alteración del equilibrio en el ecosistema, afectando gravemente la vida de los organismos presentes en él; y, sobre todo, la transmisión de enfermedades por este recurso.

Uno de los cuerpos de agua dulce más significativos en Guayaquil, Ecuador, es sin lugar a dudas el río Daule, que pertenece al sistema fluvial que conforma la cuenca hidrográfica del río Guayas, con una longitud aproximada de 260 km, situado al norte de la ciudad; sus aguas constituyen un recurso importante para las actividades de producción agrícola, pesca y recreación, y es la única fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Guayaquil. (Huayamave, 2013). Actualmente es indiscutible el alto nivel de afectación que presenta el río Daule debido a las múltiples descargas de aguas residuales que recibe tanto de tipo doméstico como industrial, prueba de ello se evidencia en los diversos estudios

realizados por instituciones públicas o privadas del país como Interagua, Instituto Oceanográfico de la Armada-INOCAR, Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado- EMAPAG, etc., en donde se presenta la afectación de esta fuente de agua dulce, sin olvidar que de este cuerpo hídrico es de donde se capta el agua potable que se consume en Guayaquil. Así mismo se evidencia el interés de organizaciones internacionales como el Programa de las Naciones Unidas- PNUMA, Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas- ADERASA, The Nature Conservancy–TNC, entre otras, en la conservación de la cuenca del río Daule, siendo un ejemplo de esto la creación del Fondo de Agua para Guayaquil, en noviembre del 2014 en la ciudad de Brasilia en el VII Foro Iberoamericano de Regulación de los Servicios.

Actualmente el control y seguimiento de las descargas residuales industriales, es poco o nada efectivo, ya que las autoridades encargadas de realizar el mismo, no cuenta con personal suficiente para realizar un control continuo. La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable, solicita el reporte de la calidad de las aguas residuales industriales realizado en un laboratorio acreditado una sola vez al mes, siendo esto una muestra puntual, lo cual deja en evidencia la falta de un control acreditado en los demás días del mes; además de este control, existe la visita de la Autoridad que ocurre en promedio una vez al año para tomar muestra puntual de agua residual que se está descargando, y verificar su calidad en un laboratorio acreditado. Como se puede apreciar en ambos casos el control es insuficiente, debido a la falta de recursos para poder ejercer un control más efectivo, es ahí donde surge la necesidad de implantar un sistema que permita tener una información real y oportuna

para poder ejercer el control en las descargas de aguas residuales industriales hacia el río Daule.

El control de la calidad de las aguas se considera vital para poder recuperar las fuentes de agua que han sido contaminadas debido a la descarga de aguas residuales sin ser tratadas, incumpliendo lo establecido en el marco regulatorio ambiental.

1.1 Situación Problemática

Las fuentes de agua dulce están siendo sometidas a una presión de uso creciente de sus recursos, provocada por la intensificación de las actividades antropogénicas, lo que lógicamente está afectando a la capacidad asimilativa de ecosistemas susceptibles de afectación.

A lo largo del río Daule, la población está dedicada a diferentes actividades de tipo industrial, cuyas descargas de aguas residuales son depositadas en el río sin un tratamiento adecuado.

El crecimiento de las actividades industriales usuarias del medio ambiente en la zona cercana a los ríos, así como el crecimiento demográfico, está significando el aumento de afectaciones al ecosistema, lo que ha producido una acentuación de los problemas de deterioro ambiental. Esta situación ha dado lugar a diferentes tipos de conflictos ambientales, afectando al ambiente en forma directa o indirecta.

Las existentes plantas de tratamiento de aguas residuales industriales de las empresas asentadas en la ciudad de Guayaquil, presentan diversos inconvenientes que les impide cumplir con los límites permisibles establecidos en el Texto de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente - TULSMA, entre los más importantes tenemos: falta de compromiso con el cuidado del ambiente, control insuficiente de las autoridades, las estaciones depuradoras no tienen la capacidad adecuada de remoción de la contaminación, el personal que opera no tiene el conocimiento para atender las diferentes características que se presentan en el proceso que les permita tomar los correctivos apropiados, no existen programas de entrenamiento y formación para preparar al personal técnico que opera las estaciones depuradoras, no se cuenta con equipos y materiales de laboratorio para realizar la evaluación de la calidad del agua que se procesa, exceso de consumo de reactivos en los procesos físico químicos por la dosificación inapropiada, contaminación excesiva del agua residual producto de la adición de materias primas e insumos por realizar dosificaciones inapropiadas así como desperdicios y fugas en la línea de producción, combinación de aguas residuales de diferente calidad lo que genera un mayor volumen a tratar, poca o ninguna aplicación de los programas de producción más limpia, lentitud en la identificación de las personas naturales y jurídicas que contaminan la fuente de agua, procesos administrativos muy lentos.

En los actuales momentos muchos de los ríos de la zona fluvial, no cuentan con una caracterización física, química y microbiológica oportuna, por lo que la evaluación de estos se torna más difícil. Los entes tomadores de decisiones en el tema de gestión ambiental, al no contar con la información necesaria, no pueden

aplicar medidas preventivas o correctivas que permitan salvaguardar estos ecosistemas.

Y esto se agrava más, cuando de estos cuerpos hídricos se capta el agua para el consumo de la población, ya que al estar expuestos a agentes contaminantes de toda índole y en especial de tipo doméstico, se convierten en vehículos transmisores de enfermedades enteropatógenos, virales, infecciosas, etc., por el contacto directo con el agua contaminada o indirecto como por ejemplo la ingestión de peces contaminados.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo lograr descargar permanentemente ARIT cumpliendo los niveles de oxígeno disuelto aplicando un sistema mixto de control y recirculación para aportar al mejoramiento de la calidad de agua en el río Daule en la zona industrial norte de Guayaquil?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Se contamina el río Daule en la zona industrial por la descarga ARIT?

¿Cómo se debe monitorear los datos de la concentración de oxígeno disuelto para aportar al control de las unidades de tratamiento y mantener la calidad de la descarga del ARIT en los niveles de no afectación al río Daule en la zona industrial?

¿El sistema de control de la descarga del ARIT por las autoridades ambientales permite identificar de inmediato la calidad del efluente?

1.3 Justificación de la Investigación

1.3.1 Justificación Teórica

El tema de la contaminación ambiental presenta un gran interés en la comunidad durante los últimos años; por lo que la conservación y defensa del medio natural se ha convertido en tema de discusión actual. La población a nivel mundial está sufriendo las consecuencias de tener un recurso escaso y contaminado. En cuanto a la escasez, en una publicación en línea sobre Ecología y Medio Ambiente (Barrameda, 2002), se dice que el recurso agua está en vías de agotarse, y según un informe emitido y elaborado por la Organización de Naciones Unidas (ONU. 2019) se indica que la escasez se multiplicará en los próximos 25 años; en estas publicaciones se detallan las siguientes estadísticas: el 18 por ciento de la población mundial, es decir, unos mil cien millones de personas, no tienen acceso al agua potable, mientras que para el 2025 los países con problemas relacionados con ese recurso concentrarán las

dos terceras partes de los habitantes del planeta. Con esta información es posible llevar a cabo predicciones futuras, donde los conflictos internacionales se acentuarán por la apropiación del recurso, así como también todos los niveles de la sociedad, lo cual posiblemente desencadenará en violencia.

Si la escasez del agua es preocupante para la población mundial, más debería serlo la contaminación; es obvio que si un recurso es escaso se debe proteger. La relación agua - salud es quizás lo más preocupante del tema: más de dos millones de personas, en su mayoría niños, mueren cada año a causa de enfermedades relacionadas a la falta de acceso al agua potable, a instalaciones sanitaria inapropiadas o a pésimas condiciones de higiene. (Barrameda, 2002).

El río Daule, es uno de los más importantes cuerpos hídricos de Guayaquil de donde se capta agua para consumo humano, por lo que se hace imprescindible desarrollar un sistema mixto de control y recirculación en línea para verificar la calidad de los efluentes industriales, a fin de evitar el deterioro ambiental de este ecosistema. La necesidad de minimizar los impactos causados requiere la aplicación de invertir en prácticas saludables, como la implantación de tecnologías de producción más limpia.

Así también la importancia de que las autoridades competentes de control y seguimiento de contaminación tengan una herramienta eficaz, continua y oportuna para tomar decisiones en corto plazo.

1.3.2 Justificación Práctica

La implementación de un sistema mixto de control y recirculación en línea para la valoración de la calidad del agua residual que se descarga hacia la fuente de agua dulce, permitió corregir de manera inmediata el direccionamiento del flujo previo al vertimiento del agua ya tratada, minimizando la contaminación de la fuente acuífera.

El sistema mixto de control y recirculación en línea, realizó la medición de la variable temperatura y oxígeno disuelto, información que sirvió para determinar la eficiencia de la remoción de la contaminación en la estación de tratamiento de aguas residuales seleccionada para la evaluación.

El sector industrial responsable de sus procesos y muy conscientes de la necesidad de asegurar que las descargas de aguas residuales se encuentren en un nivel óptimo, observó con mucho interés estas pruebas que le aseguran contar con un monitoreo y registro adecuado de la calidad de la descarga, que le permite tomar acciones correctivas de manera inmediata en el evento de presentarse resultados no apropiados de acuerdo como lo establece la Normativa Ambiental Vigente y evitar la contaminación de la fuente de agua.

Para las autoridades ambientales de aplicación responsable el sistema mixto de control y recirculación en línea, es un sistema muy adecuado, debido a que de manera inmediata y desde cualquier punto de la ciudad, pueden tener la información de la calidad de la descarga del agua residual de cualquiera de las unidades de tratamiento de la ciudad, lo cual genera una ampliación del control sin necesidad de

tener que invertir más dinero para contratar funcionarios para la supervisión de la calidad de la descarga de agua residual hacia las fuentes de agua.

La comunidad se ve muy beneficiada, debido a que será posible preservar las fuentes de agua y los ecosistemas existentes, para la posteridad y de manera gradual se podrá ir mejorando la fuente de agua de la cual captamos el agua para potabilizar.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema mixto de control y recirculación en línea, a fin de lograr descargar permanentemente el ARIT cumpliendo los niveles de oxígeno disuelto para aportar al mejoramiento de la calidad de agua en el río Daule en la zona industrial norte de Guayaquil.

1.4.2 Objetivo Específico

Identificar la situación actual de la descarga de ARIT en la zona industrial norte de Guayaquil.

Monitorear los datos de la concentración de oxígeno disuelto mediante un sistema mixto de control y recirculación en línea para asegurar los niveles de oxígeno en la descarga del agua residual industrial.

Determinar si el sistema mixto de control y recirculación en línea de evaluación de oxígeno disuelto permite identificar de inmediato la calidad del efluente.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Filosófico

El presente estudio aspira cumplir con el deseo de los ciudadanos de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, factor esencial para la sostenibilidad de la población, preservar la calidad de la fuente de agua, orientar a los ejecutivos que administran el sector industrial, así como también a los funcionarios de gobierno, que realizan la actividad de control de la calidad de la descarga del agua residual a la fuente de agua dulce; este trabajo de investigación aspira la conservación de la calidad de la fuente de agua dulce, para preservar los ecosistemas que ahí habitan y que las futuras generaciones puedan gozar a plenitud de estos cuerpos de agua. Esto no es otra cosa que la sobrevivencia de la humanidad, por lo cual se considera que es un proyecto que generará un impacto favorable en nuestra sociedad en la medida que sea aplicado por la autoridad ambiental de control.

Hoy en día, el tema del medio ambiente es de interés global, poniendo énfasis en los problemas ambientales como por ejemplo la contaminación del agua generada por las diversas actividades antropogénicas, o por la utilización de recursos naturales; este interés, permite realizar un análisis ambiental en busca de soluciones a fin de minimizar los impactos ambientales negativos, que provocan el deterioro de la calidad de vida de la población actual y los daños potenciales para las generaciones futuras. En países como Brasil (Jackson, 2008) ya se menciona la filosofía ambiental

como una relación entre el hombre y la naturaleza, los cambios muchos de ellos perjudiciales en el ambiente que provoca el desarrollo, y se está creando consciencia de esta problemática.

Desde la antigüedad, las comunidades han expresado su preocupación por la problemática ambiental, y ponen de manifiesto la sensibilidad humana para atender la calidad de la descarga del agua residual teniendo como objetivo preservar la salud. En el artículo “estado actual y evolución del saneamiento y la depuración de aguas residuales en el contexto nacional e internacional” (Molinos, et al, 2012) se hace una revisión histórica desde los tiempos del Imperio Mesopotámico- 3500-2500 AC, donde se tiene conocimiento que esta población contaba con precarios sistemas de alcantarillado para descargar aguas residuales, pero en su mayoría estas aguas se vertían directamente a las calles, que luego las tapaban con arena o tierra.

La civilización hindú- 1700-26 AC, (Wolfe, 1999), tenía técnicas de tratamientos de las aguas residuales más desarrolladas, contaban con canales de drenaje y antes de descargar las aguas pasaban por un proceso de sedimentación. Los griegos (300 AC- 500 DC), (Lofrano y Brown, 2010), mejoraron estas técnicas de saneamiento; se tienen evidencias que las letrinas se conectaban a un sistema de alcantarillado y estos eran dispuestos por tuberías fuera de la ciudad, además que reutilizaban estas aguas para las zonas agrícolas. Los romanos (Jones, 1967) usaban sistemas de tuberías distintas para el agua potable y para el agua residual, logrando una mejor gestión de este recurso; en los años 476 a 1800 DC se dio un retroceso en el saneamiento

ambiental romano, debido a que no se trataban las aguas y esto provocaba algunas enfermedades.

Haciendo una revisión de lo acontecido en avances de gestión de aguas residuales, a pesar del auge industrial y crecimiento poblacional por el siglo XVIII ya se evidencia la conciencia en la población para tratar las aguas residuales, casos ejemplos los sistemas de alcantarillados dispuestos en ciudades importantes italianas (Guivannini, 1996). En el siglo XX, por el año 1912 se aplicaron criterios normados para los efluentes tratados (Seeger, 1999) y desde entonces las principales ciudades europeas ya contaban con plantas de tratamiento de aguas residuales.

2.2 Antecedentes de la Investigación

El control de la calidad de la descarga de las aguas residuales industriales hacia la fuente de agua dulce en el Ecuador es preocupante, debido a que tiene un progreso excesivamente lento, lo cual es producto de la parsimoniosa evolución de la legislación en el tema de la prevención de la contaminación del agua, en virtud que toda actividad que realiza el sector productivo se ejecuta al amparo de lo establecido en el marco legal vigente.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en su artículo sobre “la evolución del desarrollo de riego, caso Ecuador” (FAO, 2016), indica que en 1944 se promulgo la “Ley de Riego y Saneamiento” para donde se mencionaban las responsabilidades para el caso de riego. Así también, se creó la

“Caja Nacional de Riego para estudiar, construir y administrar los proyectos de riego del país”, de donde se derivaron proyectos de riego como Pisque, Arenillas, Milagro. Esta Caja se mantuvo hasta el año 1966, luego se creó el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), la misma que estaba adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería, teniendo como objetivo propender al mejor aprovechamiento y protección de los recursos hídricos como condición esencial para el desarrollo económico.

La Ley de Aguas se creó el 30 de mayo de 1972, mediante un Decreto Supremo publicado en el registro oficial No 69, esta ley da especial importancia al sector riego y trata a los otros sectores en forma superficial (Küffner, 2004). En el texto de la ley en el Título II De la conservación y contaminación de las aguas en su capítulo II, se estableció sobre la contaminación e indicaba lo siguiente: “Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna. El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás Entidades Estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición”; esta normativa no estableció, ni definió un mecanismo de control a la calidad del agua que se descargaba, tuvo más bien como propósito establecer el proceso para otorgar concesiones para su aprovechamiento, estando vigente hasta el año 2014, con ocho modificaciones en los 42 años de vigencia, pero ninguna relacionada a la prevención de la contaminación.

De acuerdo con Ulrich Küffner, en la década de los 60, la gestión del agua presentó los siguientes aspectos:

- Se consideró incipiente y débil con ausencias de políticas, sin consideraciones ambientales, y casi sin ninguna actividad normativa y reguladora para su manejo.
- La gestión de los servicios poco desarrollada en las agencias de los gobiernos locales, debido a que estaba concentrada en agencias del gobierno central.
- El manejo del agua y los servicios relacionados presentaron escaso desarrollo de políticas y planificación.
- Conformación de entidades especializadas saneamiento y en agua potable, en riego y en energía hidroeléctrica, dependientes del gobierno central, orientadas al diseño y construcción de infraestructura.

El 31 de mayo de 1976, se crea la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, publicada en el Registro Oficial No. 97 del 31 de mayo de 1976, en este cuerpo legal se establece que es el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), en coordinación con los Ministerios de Defensa y Salud Pública, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad del agua que deba tener el cuerpo receptor.

El 25 de mayo de 1979 mediante decreto, se crea el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología adscrito al Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos en calidad de organismo rector, coordinador y normalizador de la política nacional en todo cuanto se refiere a Meteorología e Hidrología; esta

institución no tenía ninguna responsabilidad respecto a la calidad de las descargas de aguas residuales.

El INERHI, por decreto presidencial luego es reemplazado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), teniendo como responsabilidad la “Planificación y gestión integrada de aguas”. Se crea el INECEL como institución encargada del subsector de hidroelectricidad y el IEOS, entidad que dirige al subsector agua potable y saneamiento, pero a pesar de esto no se visualiza mejoras en la gestión de la calidad del agua.

Siguiendo con la trayectoria legal en Ecuador, el 04 de octubre de 1996, se crea el Ministerio del Ambiente, mediante Decreto Ejecutivo No. 195. La Constitución decimonovena del año 1998, en el capítulo No. 5 “De los derechos colectivos en la sección segunda, del medio ambiente, estableció que el estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable; que velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza”. En esta sección se concibió la necesidad de la prevención de la contaminación ambiental, y es en este texto donde recién en Ecuador se da inicio a la posibilidad de generar mecanismos de control de la contaminación, esto es a finales del siglo XX; se determinó que la ley tipificaría las infracciones y determinaría los procedimientos para establecer responsabilidades administrativas, civiles y penales que correspondan a las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, por las acciones u omisiones en contra de las normas de protección al medio ambiente.

En el año 2002, se establecen los criterios de calidad de agua para descargar hacia la fuente de agua dulce, publicados en el libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental TULAS, Anexo I, y en el año 2008 este compendio de leyes a través del Ministerio del Ambiente se actualiza denominándolo Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, TULSMA.

Los controles de la calidad del agua están monitoreados por el Ministerio del Ambiente en aquellas jurisdicciones donde no existen Autoridades Ambientales de Aplicación Responsable; mientras que donde existen estas Autoridades, el seguimiento lo realizan los Gobiernos Municipales y Gobiernos Provinciales debidamente acreditados. La normativa donde se encuentran los criterios de calidad para diferentes usos fue modificada mediante Acuerdo Ministerial 097-A, del 04 de noviembre del 2015 (MAE-AM 097-A, 2015)

El foro de recursos hídricos realizado en Quito en junio del 2010, publicado en el texto “El Proceso de la Formulación de la Política y Estrategia de Manejo de los Recursos Hídricos en Ecuador”, por Ulrich Kuffner, “trató la contaminación de las aguas y políticas para enfrentarla y estableció que la descarga no controlada de los desechos hacia cuerpos receptores ha causado una serie de inconvenientes en el país, entre los que tenemos:

- Al emplear agua de una fuente contaminada para la actividad de riego, genera contaminación a los suelos agrícolas y a los cultivos.
- Incremento del parasitismo y potenciación de enfermedades de origen hídrico, lo que a su vez ha generado índices de morbilidad y mortalidad infantil alarmantes.

- Limitaciones para usos en piscifactorías.
- Restricciones para usos recreativos primarios y secundarios.
- Imposibilidad de emplear las fuentes contaminadas para abastecimiento de agua potable para otras poblaciones aguas abajo de la descarga, así como restricciones para uso en riego.
- Daños en la biota, que en muchos casos es irreversible.
- Deterioro significativo del paisaje.
- Contaminación de mariscos, con el consiguiente deterioro de su calidad como fuente alimenticia.
- Acumulación de metales pesados, sustancias tóxicas, contaminantes riesgosos, que podrían causar trastornos genéticos y potenciales efectos cancerígenos.
- Acumulación de sedimentos (depósitos bentales) con el consiguiente daño a las corrientes.
- Potenciación de condiciones para eutrofización de cuerpos hídricos, debido a crecimientos vegetales explosivos.
- Deterioro de la calidad de vida de las personas directamente ubicadas en el área de influencia de la contaminación.
- Riesgos alimenticios a la población en general.
- Situaciones críticas de contaminación en épocas de estiaje.
- Condiciones propicias para el incremento de poblaciones de vectores (roedores, insectos).”

De este antecedente, se evidencia el impacto negativo que genera las descargas de aguas residuales hacia las fuentes de agua como un problema muy significativo que las autoridades deben atender de manera urgente para prevenir la contaminación.

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Depuración y tratamiento de aguas residuales.

Las aguas residuales acarrearán elementos extraños llamados contaminantes, debido a esto cuando se habla de depuración del agua, se basa en la eliminación de contaminantes, para lo cual se utilizan diferentes tratamientos (Tejero I, et al. 2001), que van desde el pretratamiento hasta los terciarios, teniendo como objetivos principales el reducir al máximo la contaminación y sus efectos; proteger el medio ambiente y de los seres vivos que en él viven; y, promover el desarrollo urbano e industrial. Tejero, en su libro “Introducción a la ingeniería sanitaria”, indica de acuerdo al tipo de contaminante la siguiente clasificación de tratamientos:

2.3.1.1 Pretratamiento

Permite eliminar materia o sólidos gruesos y/o visibles inmersos en el agua residual, como materia flotante, partículas sedimentables o arenas, grasas, etc.; esto ayuda a que otros tratamientos sean más efectivos al momento de realizarlos.

2.3.1.2 Tratamiento primario

Reduce contaminantes como sólidos suspendidos, materia orgánica y cierto porcentaje de microorganismos patógenos; se dice que estos tratamientos pueden eliminar hasta un 60% de sólidos suspendidos y entre el 35 a 40% de materia orgánica presente en el agua residual. Entre los principales tratamientos primarios tenemos: decantación primaria, flotación y los procesos físicos- químicos.

2.3.1.3 Tratamiento secundario

Minimiza la materia orgánica disuelta en el agua residual, por lo general se aplican los de tipo biológico, logrando bajar las concentraciones de materia orgánica en forma significativa, lo que se evidencia en parámetros como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO). Entre los principales procesos de tipo biológicos tenemos: fangos activos, lechos bacterianos, biodiscos, estanques de estabilización, lagunas aireadas, etc.

2.3.1.4 Tratamiento terciario

Logra la eliminación de partículas disueltas. En este paso se busca reducir contaminación bacteriana para lo cual se procede a la desinfección del efluente; reducir la concentración de nutrientes a fin de evitar problemas de eutrofización.

2.3.2 Tratamientos físicos- químicos

Con estos tratamientos se logran modificar las propiedades físicas y químicas de los contaminantes, a fin de removerlos o convertirlos en otros productos fácilmente separables. Según la bibliografía existente para tratamientos de agua (Romero J. 1998), define un proceso de varias etapas como se muestra esquemáticamente en la figura 1.

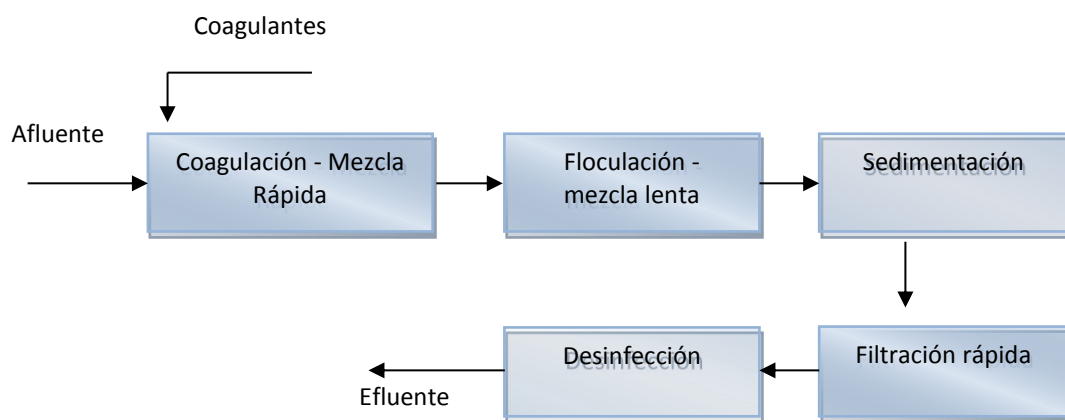


Figura 1 Diagrama de flujo de planta de tratamiento físico- químico tipo convencional.

Fuente: Elaborado por: Virgilio Ordoñez

2.3.2.1 Coagulación- floculación

La coagulación, permite desestabilización química de los coloides utilizando reactivos llamados coagulantes, que permiten la formación de un floc fácilmente sedimentable; los coloides son partículas de pequeño tamaño cargadas eléctricamente, siendo una de sus propiedades la estabilidad, que impide que se

agreguen, pudiéndose mantener en suspensión de forma indefinida en el líquido que las contiene. La floculación permite la aglomeración de partículas coaguladas en partículas flotantes, y este proceso es mucho más fácil cuando las partículas se ponen en contacto y se unen para tener más peso y pasar al siguiente paso conocido como sedimentación; es importante indicar que la coagulación se da en una agitación rápida, mientras que la floculación se da en una agitación lenta.

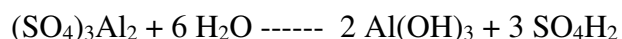
2.3.2.2 Sedimentación- filtración

Del esquema propuesto por Romero para tratamientos físicos-químicos, luego de la coagulación y floculación, se tiene la sedimentación que es la separación de sólidos y líquidos por acción gravitacional, considerada como una técnica efectiva para eliminar los sólidos suspendidos inestables en aguas. La filtración consiste en la retención de sólidos utilizando un medio poroso, los mismos que suelen construirse con arena, carbón activo, vidrio, o membranas sintéticas.

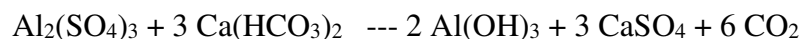
2.3.2.3 Factores que influyen en el tratamiento físico químico

Es importante indicar que existe factores que influyen en el proceso físico químico (Arboleda J. 2000), como la clase de coagulantes que permita formar floc con características idóneas, los más usados son el sulfato de aluminio, sulfato ferroso y cal.

Cuando se añade Al^{+3} como coagulante en forma de sulfato, una pequeña parte de estos iones trivalentes se dirigen a neutralizar las cargas negativas del coloide, mientras que, simultáneamente, la mayor parte reacciona con agua formando hidróxido insoluble, según la siguiente reacción:



Por un mecanismo independiente el hidróxido insoluble atrapa los coloides neutralizados y facilita su decantación. Cuando se añade sulfato de alúmina al agua residual que contiene alcalinidad de carbonato ácido de calcio y magnesio, la reacción que tiene lugar es la siguiente:



Así también la cantidad de coagulante es distinta de acuerdo a las características del agua que se vaya a tratar; en la práctica la dosis óptima de coagulante para este tratamiento se la obtiene de la una experimentación conocida como “Test de jarra”

Los factores que influyen en la floculación son la agitación lenta y homogénea que permita la unión entre los floc que se han formado en la coagulación. Existen en el mercado algunos tipos de floculantes como por ejemplo la sílice activada, que se asocia con las sales de aluminio.

2.3.2.4 Corrección de pH

Cada coagulante tiene un pH óptimo de trabajo. Por ejemplo, el sulfato de aluminio tiende acidificar el agua tratada empeorando las condiciones de coagulación, ya que actúa mejor a pH neutro. Para corregir el pH se le añade bases o sales alcalinas al agua (Cal, Hidróxido sódico, Carbonato sódico, etc).

2.3.2.5 Prueba de jarra

“El aparato de pruebas de jarras fue desarrollado entre 1918 y 1921 por Langelier y Baylis, separadamente. Consta básicamente de un agitador múltiple de velocidad variable que puede crear turbulencia simultáneamente en 6 vasos de precipitado y una lámpara de iluminación. En el mismo se trata de reproducir las condiciones en las cuales se produce la floculación en la planta de tratamiento. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el hecho de que la prueba de jarras sea un ensayo rutinario en la operación de las plantas, no significa que puede ejecutarse descuidadamente, lo que por desgracia suele ser bastante común”. (Arboleda J. 2000).

2.3.3 Tratamientos biológicos

Son tratamientos que por lo general utilizan microorganismos que permiten la eliminación de componentes solubles en el agua. Es un tratamiento muy eficaz en la eliminación de materia orgánica y nutrientes como el nitrógeno y el fósforo que están

disueltos en el agua residual (Condorchem Envitech, 2019). Entre los tratamientos de tipo biológicos, tenemos (Rodríguez, 2019):

2.3.3.1 Sistemas aerobios

Se realiza mediante procesos catabólicos oxidativos, que requieren de la presencia de un oxidantes de la materia orgánica; se introduce un oxidantes mediante la disolución del oxígeno de la atmósfera utilizando aireación mecánica. En este proceso la mayor parte de la DQO de la materia orgánica se transforma en lodo.

2.3.3.2 Sistemas anaeróbicos

Este sistema es un proceso de transformación y no de destrucción de la materia orgánica, debido a que no ha presencia de oxidante. A diferencia de los sistemas aerobios una mínima parte de la DQO de la materia orgánica.

2.3.4 Calidad del agua

Tejero, et al. 2001, en su texto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, define como calidad de agua a "cualquier límite fijado de variación o alteración del estado del agua, juzgado expertamente, en base a datos científicos, para el cual no hay ningún tipo de efectos, generalmente adversos, en su uso por el hombre o para los

organismos que lo habiten"; en el Acuerdo Ministerial No. 097-A de noviembre del 2015 sobre las Normas de calidad de agua descritas en el Anexo 1 del Libro VI de la Calidad Ambiental del TULSMA, se define como "caracterización de aguas residuales al proceso destinado al conocimiento integral y estadísticamente confiable de las características del agua residual (doméstica e industrial) e integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físicos, químicos, biológicos y microbiológicos"; considerando estas definiciones, se recalca que las características físicas, químicas y microbiológicas independientes del uso que se le dé a este recurso, serán de suma importancia.

Citando nuevamente el Acuerdo Ministerial 097-A, se define como "Criterio de la calidad del agua: la concentración numérica o enunciado descriptivo recomendado sobre parámetros físicos químicos y biológicos para mantener determinado uso benéfico del agua. Los criterios de calidad para diversos usos del agua son la base para determinación de los objetivos de calidad en los tramos de un cuerpo receptor" y "Carga máxima permisible: es el límite de carga de un parámetro que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado". Para realizar un control de las descargas de aguas residuales en la industria y de los cuerpos de agua receptores, en Ecuador se consideran los límites máximos permisibles establecidos en la ley ambiental nacional que determinan los criterios de calidad de agua de acuerdo a su uso, los mismo que se encuentran en el Anexo 1 del Libro VI del TULSMA sobre las normas de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.

2.3.5 Principales parámetros de calidad de agua

De acuerdo a las características del agua residual, se pueden determinar parámetros para su control en lo que respecta a su calidad, a continuación, se detallarán los más usados:

2.3.5.1 Parámetros físicos

2.3.5.1.1 Temperatura

Es una representación de la energía cinética, que permite medir sensaciones de calor o frío en unidades de grados Centígrados o Fahrenheit; tiene influencia en la biodiversidad que habita en los cuerpos de agua, en la velocidad de la fotosíntesis de las algas y otras plantas acuáticas, en la cantidad de oxígeno que se pueda disolver, ya que la solubilidad del oxígeno disminuye con la temperatura (Water Board, 2011). La medición se la puede realizar directamente con termómetros o sensores de temperatura.

2.3.5.1.2 Turbidez

Es la cantidad de materia en suspensión que tiene el agua residual, pudiendo ser esta materia orgánica, sedimento u otra partícula; en los cuerpos de agua con alta

turbidez afecta la penetración de luz lo que influye en la vida acuática y en parámetros como el oxígeno (Espigares y Pérez, 1987). Para medir este parámetro en laboratorio se usan patrones comparativos método visual o método nefelométrico por colorimetría (APHA-Standard Method, 2017).

2.3.5.1.3 Sólidos suspendidos

Representan la cantidad de partículas que se encuentran suspendidas en el agua, las mismas que pueden ser sedimento como limo, arena, bacterias, otros; se las puede observar fácilmente en muestras de aguas residuales. Uno de los métodos para su análisis es por gravimetría, diferencias de pesos. Para ser removidos se utilizan tratamientos convencionales como filtración o sedimentación (Torres, et. Al, 2017).

2.3.5.1.4 Potencial de hidrógeno

“Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógenos en el agua” (Calderón, 2002). En un cuerpo de agua que permita condiciones idóneas para la vida acuática, el potencial de hidrógeno debería estar en un rango de 6,5 a 8 UpH, al evacuar aguas residuales fuera de este rango en condiciones ácidas o básicas a fuentes de agua podría traer consecuencia en actividad biológica. La medición de este parámetro se la realiza por sensores de pH o potenciómetros con electrodos.

2.3.5.2 Características químicas

2.3.5.2.1 Materia orgánica

Según Espigares y Pérez (1987), indican que la materia orgánica “constituye la tercera parte de los elementos de las aguas residuales”, y están por cierto porcentaje de grasas y aceites, carbohidratos y proteínas, siendo este último el que está presente en mayor cantidad, así también tienen un aporte en otros elementos como el nitrógeno, fósforo, azufre, entre otros. De este parámetro se derivan otros de gran importancia en la calidad de agua que serán descritos luego.

2.3.5.2.2 Demanda química de oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica utilizando un oxidante químico; este parámetro es mayor en comparación con la concentración de DBO. En aguas naturales no contaminadas los valores frecuentes son de 1 a 5 mg O₂/l; en aguas residuales domésticas por lo general se encuentran rangos de 250 a 1000 mg O₂/l; y en aguas residuales industriales dependiendo del proceso y los contaminantes pueden exceder estos valores. Para su determinación se utiliza reactivos oxidantes como el dicromato de potasio o permanganato de potasio (Sánchez, 2015).

2.3.5.2.3 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar la materia orgánica en un agua. Conocida también como DBO_5 ya que en la práctica su análisis se la realiza durante 5 días a temperatura de 20°C. En aguas naturales no contaminadas los valores se ubican por debajo de 5 mg O_2/l ; en aguas residuales domésticas por lo general se encuentran rangos de 100 a 350 mg O_2/l ; y en aguas residuales industriales, al igual que la DQO dependerá del proceso y los contaminantes existentes en el agua. Para su determinación se utiliza reactivos oxidantes como el dicromato de potasio o permanganato de potasio (Sánchez, 2015).

2.3.5.3 Características biológicas

En este segmento se estudia la presencia de bacterias, virus, protozoos, entre otros, que comúnmente se encuentran en las aguas residuales. Son microorganismos indicadores de contaminación, entre ellos tenemos las bacterias mesófilas aerobias, estreptococos, clostridios, coliformes (Sánchez, 2015).

2.3.5.3.1 Coliformes

Son bacterias quimiorganoheterótrofas, aerobias o anaerobias facultativas que tienen su medio ideal para vivir en la materia orgánica (Sánchez, 2015). Existen los llamados coliformes totales y coliformes fecales, y se identifican por su

particularidad de fermentar lactosa, generando gas y ácidos; una de las especies más conocidas es la *Escherichia Coli* (Cabello, Proaño, 2014). Para su análisis se puede usar el método de filtro membrana o por siembra en tubos múltiples, en ambos se utilizan medios de cultivos y se incuban a determinadas temperaturas para el crecimiento de las bacterias (APHA-Standard Method, 2017).

2.3.6 Oxígeno disuelto

En una forma sencilla podemos definir que es la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua. En cuerpos de agua naturales el oxígeno está relacionado con el proceso de fotosíntesis, ya que habrá una producción y un consumo de este, dependiendo sus concentraciones, de factores como respiración, reacciones químicas, intercambio de oxígeno con la atmósfera, etc. (Goyenola, 2007).

Las especies acuáticas requieren de oxígeno para sobrevivir, la deficiencia de este elemento puede causar su muerte, o cambios significativos en su crecimiento o en la migración de especies propias de un cuerpo de agua hacia otro (Water Board, 2011). En la siguiente tabla se muestran rangos de concentración de oxígeno disuelto y las consecuencias de un déficit de este parámetro, establecido por Goyenola (2007).

Tabla 1 Rangos de Concentración de Oxígeno Disuelto y Consecuencias

Ecosistémicas Frecuentes.

OD (mg/l)	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
0-5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
5-8	Aceptable	OD adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8-12	Buena	
>12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

Elaborado por: Goyenola, 2007.

Fuente: http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/Tematicas/OD.Pdf

De acuerdo a esta tabla los rangos adecuados para la vida acuática serían entre a 5 a 8 mg/l; Carrillo en su artículo sobre la variación de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua dulce expresa que “la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA, ha establecido un criterio de 5 mg/l para mantener la fauna acuática y considera porcentajes de saturación adecuados para la vida acuática superiores al 70%” (Carrillo et.al 2012).

2.3.6.1 Mediciones de oxígeno disuelto

Los métodos utilizados para esta investigación fueron los siguientes:

2.3.6.1.1 Método electrométrico

Consiste en determinar la difusión del oxígeno disuelto a través de una membrana permeable colocado en un electrodo, y este a su vez actúa como una barrera de difusión para evitar interferencias al momento de la medición. Los electrodos utilizados en la medición son muy sensibles, y el metal que forma parte de este electrodo debe estar en contacto con una solución electrolítica que permite activar la membrana, polarizando adecuadamente el electrodo para la medición. La sensibilidad de estos oxigenómetros es aproximadamente de 0,05 mg/l, y la medición es directa sobre la muestra, con el debido registro de la temperatura (Ideam, 1997).

2.3.6.1.2 Método de Winkler

Es un método muy utilizado para aguas de mar y agua dulce, se debe tener especial cuidado desde la toma de la muestra hasta su análisis (APHA-Standard Method, 2017).

Para la toma de muestra, se utilizan botellas de DBO que pueden ser de un volumen de 300 ml; estas botellas permiten un llenado completo con la muestra y un

sellado de tal forma que se evite la interacción del O_2 atmosférico. Se llena la botella de DBO lentamente evitando el burbujeo, y se toma los datos de muestreo tales como lugar, coordenadas, profundidad, temperatura.

Una vez que se tomó la muestra se la fija con un mililitro de Sulfato manganoso y un mililitro de yoduro alcalino, se tapa la botella con cierre hermético procurando que no queden burbujas en el interior, inmediatamente se observará un precipitado blanco grumoso que indica la formación del hidróxido manganoso.

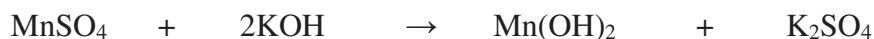
Se agita varias veces y se formará un precipitado color marrón que indica que el oxígeno del agua ha oxidado una cantidad equivalente de hidróxido manganoso en hidróxido mangánico. Este paso de fijación de la muestra puede tener un tiempo de 20 a 30 minutos antes de continuar con los siguientes pasos.

Una vez que se ha transcurrido un tiempo de sedimentación del precipitado se agrega un mililitro de ácido sulfúrico concentrado, lo que acidificará la muestra para convertir el hidróxido mangánico en sulfato mangánico; al mismo tiempo que sucede esta reacción química el yodo que forma parte del yoduro alcalino es oxidado por el sulfato mangánico que se ha formado, liberando de esta forma una cantidad de yodo en estado libre, lo que se observa con la presencia de un color amarillo que puede ser de tono bajo a intenso dependiendo de la cantidad de oxígeno presente en la muestra.

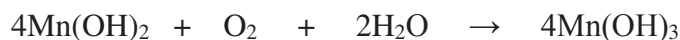
Para finalizar este procedimiento, se titula una cierta cantidad de muestra con Thiosulfato de sodio 0,01 N, que hace que el yodo libre reaccione y pase a yoduro de sodio; cuando todo el yodo se ha convertido el color amarillo desaparece y pasa a

incoloro, por lo general en este paso se agrega una cantidad de solución de almidón como indicador que permite observar el punto final en la titulación. Para el cálculo de la concentración se asume que 1 ml de Thiosulfato de sodio 0,01 N corresponde a 1 mg/l de O₂.

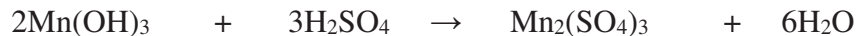
A continuación, se expresan las principales reacciones:



Sulfato Manganoso + Hidróxido de Potasio → Hidróxido Manganoso + Sulfato de Potasio



Hidróxido Manganoso + Oxígeno + Agua → Hidróxido Mangánico



Hidróxido Mangánico + Ácido Sulfúrico → Sulfato Mangánico + Agua



Sulfato Mangánico + Yoduro de Potasio → Sulfato Manganoso + Sulfato de Potasio + Yodo



Thiosulfato de Sodio + Yodo → Tetrionato de Sodio + Yoduro de Sodio

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de la Investigación

La investigación estuvo encaminada a precisar la efectividad de un sistema mixto de control y recirculación en línea experimental, para asegurar la calidad del agua residual industrial que se descarga hacia la fuente de agua dulce, proveniente de una industria de bebidas gaseosas ubicada en el parque industrial del norte de Guayaquil.

La investigación realizada es de tipo cuasi experimental; ya que no hay un control efectivo de las variables de selección y para su desarrollo se integran un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema investigado y el problema a resolver.

En el proyecto se determinaron los niveles de contaminación del agua residual que genera la unidad de análisis utilizando las concentraciones de la demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, sólidos totales, temperatura y caudal en un período definido.

Considerando lo que manifiesta Sampieri (2019) el proyecto es una investigación cuantitativa positiva ya que mide fenómenos, utiliza estadística realiza prueba de hipótesis y hace análisis causa efecto además considera durante su desarrollo los siguientes alcances:

- Exploratorio; ya que se trató de un tema poco estudiado del cual se tenían muchas dudas y su valor radica en la familiarización con fenómenos poco conocidos; para el presente proyecto el alcance para la primera consistió en la identificación de los valores de las variables seleccionadas y su incidencia en la calidad del efluente industrial, de lo cual considero de manera particular que no existen estudios previos realizados con la debida rigurosidad.
- Descriptivo; que busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. Para el presente proyecto este alcance se dio cuando se examinó los resultados estadísticos realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos para verificar la situación actual del manejo ambiental en el sector industrial y su incidencia en los resultados de calidad de las aguas residuales.
- Explicativo; su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. El alcance del proyecto se lo consideró explicativo porque el sistema mixto de control y recirculación en línea permitió asegurar la calidad de la descarga de agua residual hacia la fuente de agua dulce, solucionando los inconvenientes técnicos que presento la unidad de análisis.

En el desarrollo de la investigación se consideró tres fases, en la primera se realizó una investigación descriptiva con la información existente respecto a la

situación ambiental y también se desarrolló una investigación experimental al realizar las evaluaciones de calidad a las aguas que se descargan a la fuente desde la unidad de análisis, así como también al evaluar la concentración de oxígeno disuelto en la fuente de agua dulce.

Las otras dos fases se desarrollaron al mismo tiempo una vez implementado el sistema experimental en la unidad de análisis para verificar el control de la calidad de la descarga de agua residual y la minimización del tiempo de evaluación en la entrega de la información de los resultados obtenidos de manera directa.

Tabla 2 Identificación de la Situación Actual de la Calidad de la Descarga del Efluente Industrial Hacia la Fuente de Agua Dulce.

FASE I		
Identificación de la situación actual de la calidad de la descarga del efluente industrial hacia la fuente de agua dulce.		
No	Actividades	Mediante
1	Se elaboró un inventario de las empresas que descargan el agua residual hacia la fuente de agua dulce ubicado en el parque industrial norte de Guayaquil	Se realizó un censo en la zona de influencia.
2	Se evaluó la efectividad de la remoción de la contaminación en la EDAR, mediante la evaluación de DBO ₅ , DQO, OD, Sólidos totales, Temperatura y Caudal con equipos de laboratorio externo.	Se tomó muestras diarias durante tres meses de manera aleatoria

3	Se realizó un inventario de los equipos de laboratorio con que cuenta la unidad de análisis para realizar las evaluaciones de control de calidad a la descarga del agua residual industrial	Inventario de equipos existentes en la unidad de análisis
4	Se determinó el nivel de preparación y experticia del personal responsable de la operación y supervisión del EDAR, en temas de entrenamiento formal en operación de la unidad de tratamiento, elaboración de ensayos específicos, conocimiento de realización de test de jarra.	Una consulta directa al personal que labora en la unidad de análisis.
5	Se realizó la descripción de la situación ambiental del sector industrial, respecto a empresas regularizadas ambientalmente, empresas con Sistemas de Gestión Ambiental con Certificación ISO 14001, Captación de agua por el tipo de fuente, Intensidad del uso del agua, Proporción de empresas que realizan tratamiento de aguas residuales.	Mediante revisión documental del Censo realizado por el INEC en el año 2016
6	Se realizó la tabulación de los resultados de la inspección realizada por la autoridad ambiental a las empresas que descargan agua residual a la fuente de agua dulce.	Mediante revisión documental de las inspecciones realizadas por la AAAR al sector industrial que descarga a la fuente de agua dulce.

7	Se determinó la incidencia de las descargas de aguas residuales en la fuente de agua dulce, mediante la valoración de Oxígeno Disuelto, Temperatura y Coordenadas UTM.	Se evaluó en 15 puntos distintos en la zona norte durante un día en cada trimestre del año
---	--	--

Fuente: Propia

Tabla 3 Identificación de la Situación Actual de la Calidad de la Descarga del Efluente Industrial Hacia la Fuente de Agua Dulce.

FASE II		
Implementación de un sistema mixto de control y recirculación en línea para asegurar la calidad de la descarga del agua residual mediante la evaluación de la concentración de Oxígeno Disuelto y caudal.		
No	Actividades	Mediante
1	Se identificó los diferentes controles que se realiza al sector industrial que registro descarga de agua residual industrial a la fuente de agua dulce.	Mediante la revisión documental histórica de los controles realizados a la Unidad de Análisis
2	Selección y compra de equipos y materiales requeridos para la unidad de control experimental.	Se usó la información de los proveedores locales e internacionales.

3	Se realizó la construcción y prueba de operación de la unidad experimental del sistema mixto de control y recirculación de la calidad de la descarga del agua residual mediante la evaluación de la concentración de Oxígeno Disuelto.	Se construye la unidad piloto y se realizan ensayos con agua potable y agua del río.
4	Se realizó el montaje de la unidad de control en la unidad de análisis para la realización de las pruebas experimentales para verificar la efectividad del control de la calidad de la descarga del agua residual industrial en la línea de experimentación.	La evaluación se realizó en la línea de experimentación y en la línea de control.
5	Se verificó la efectividad de la unidad experimental de control mediante la evaluación del parámetro Oxígeno Disuelto y caudal.	Se realizó un muestreo conveniente de 136 mediciones para poder evaluar de manera paralela la línea de experimentación y la línea de control.
6	Se comprobó la veracidad de los resultados obtenidos en la unidad experimental de control, evaluando el agua residual industrial con la metodología de Winkler.	Se realizó una selección conveniente a 90 muestras para comparar la veracidad de los resultados.

Fuente: Propia

Tabla 4 La Verificación que el Sistema Mixto de Control y Recirculación en Línea Permita Dar a Conocer de Manera Inmediata la Calidad del Efluente.

FASE III		
La verificación que el sistema mixto de control y recirculación en línea permita dar a conocer de manera inmediata la calidad del efluente.		
No	Actividades	Mediante
1	Se realizó la identificación de los tiempos de entrega de la Información de los resultados de los monitoreos de control que se realizan a las descargas de aguas residuales hacia la fuente de agua dulce	Mediante la revisión documental de los reportes históricos realizados por los controles internos y externos.
2	Se evaluó el tiempo que: tarda la ejecución de la evaluación de la concentración de Oxígeno Disuelto, del registro de la información sobre los resultados obtenidos en la línea de control, de la transmisión de la información, de la toma de acción correctiva y de la frecuencia de control.	Ensayos en línea con ayuda del internet
3	Se comparó los tiempos que tarda la ejecución del control bajo los mecanismos actuales con el de la propuesta de la unidad experimental de control.	Evaluación en la línea de experimentación y la de control

Fuente: Propia

3.2 Unidad de Análisis

Para la realización del presente proyecto se consideró a la industria de bebidas gaseosas ubicada en el parque industrial norte de la ciudad de Guayaquil porque está operando de manera continua y por el intenso volumen diario que genera.

3.3 Población de Estudio

La población de estudio para el presente proyecto de investigación se consideró el total de los efluentes diarios de la industria de bebidas gaseosas ubicada en el parque industrial Inmaconsa en el norte de la ciudad de Guayaquil, porque su descarga de agua residual se dirige hacia la fuente de agua dulce, de la cual se capta el agua para el proceso de potabilización, además, de ser la que genera la mayor cantidad de agua residual en el área de investigación

3.4 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue de un galón de agua, este es el volumen requerido para realizar las evaluaciones, fue elegida mediante un proceso mixto aleatorio-sistemático cada dos horas, se procedió sistemáticamente a tomar muestras diarias durante 90 días, las 90 observaciones responden al siguiente cálculo.

Confianza = 95% ($Z = 1.96$)

Margen de error (E) = 0.09

Población (N) = 365 días del año

$$n = \frac{\frac{Z_{\alpha}^2(0.25)}{2}}{E^2} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{Z_{\alpha}^2(0.25)}{2} \cdot \frac{1}{N \cdot E^2} \right)}$$

$$n = 90 \text{ días}$$

3.5 Selección de muestra

La muestra seleccionada de agua corresponde a un muestreo compuesto mediante un proceso mixto aleatorio-sistemático cada dos horas, en función del volumen de agua que generó durante un trimestre de producción la unidad de análisis.

3.6 Técnica de Recolección de datos

Para la recolección de los datos se realizaron pruebas en línea con el sistema piloto instalado que permitió obtener resultados de manera inmediata que fueron almacenados en una portátil en un archivo Excel. El sistema de evaluación se instaló en la línea próxima a la descarga y contó con una línea de energía eléctrica de 110 voltios para abastecer al sistema, servicio de internet para la transmisión y almacenamiento de la información.

3.7 Análisis e interpretación de la información

La información obtenida permitió reconocer la calidad de la descarga de agua residual con exactitud, gracias al sistema propuesto de evaluación en línea, en virtud que fueron comparados con los resultados obtenidos en las muestras compuestas tomadas en diferentes intervalos de tiempo de la estación depuradora de agua residual y evaluados mediante el método tradicional.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Es importante reconocer la realidad ambiental en la que se desarrolla las actividades empresariales de nuestro país, lo cual lo vamos a exponer mediante los resultados obtenidos de la investigación descriptiva realizada a los documentos elaborados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo del Ecuador, así como también de los resultados de las inspecciones realizadas por la Dirección de Medio Ambiente de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil en calidad de Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable.

Se realizó una investigación cuantitativa para:

- Reconocer el impacto que genera la descarga del agua residual en la fuente de agua dulce mediante la evaluación del parámetro Oxígeno Disuelto durante los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre del año 2017 en 15 puntos del río Daule en la zona norte de la ciudad, el área de mayor actividad industrial que genera una influencia directa en la única fuente de agua dulce que tiene la ciudad de Guayaquil que es desde donde se capta el agua para potabilizarla para el consumo doméstico de los ciudadanos. Estos resultados se encuentran en los anexos 30, 31, 32 y 33.
- Precisar la realidad de la calidad del agua residual que genera diariamente la unidad de análisis mediante ensayos analíticos de los parámetros de la Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno,

Temperatura, Sólidos totales, Oxígeno Disuelto y caudal. Estos resultados se encuentran en el anexo 34.

- Definir el consumo inadecuado del reactivo sulfato de aluminio usado en el proceso de coagulación, cuyo resultado se encuentra en el anexo 34.
- Identificar las empresas ubicadas en la zona norte de Guayaquil, que descargan agua residual industrial a la fuente de agua dulce, cuyo resultado se encuentra en el anexo 35.
- Realizar corridas con la unidad de control implementada cuyos resultados se encuentran en el anexo 37.
- Precisar los resultados del parámetro Oxígeno Disuelto, en la línea de control y en la línea de experimentación para verificar la efectividad del control de la descarga del agua residual hacia la fuente de agua dulce, los resultados se encuentran en el anexo 38.
- Finalmente se presenta la eficiencia de los resultados de la investigación cuantitativa en relación a la optimización del tiempo en informar la evaluación obtenida por la nueva propuesta del sistema mixto de control y recirculación en línea para verificar la calidad de la descarga del agua residual hacia la fuente de agua, basado en el parámetro Oxígeno Disuelto en la línea de experimentación y en la línea de control en el anexo 39.

Además, se muestra los resultados de las hipótesis planteadas en la investigación, así como también los resultados estadísticos de los monitoreos realizados durante la investigación.

4.1 Resultados de la situación actual en la descarga de ARIT

4.1.1 Empresas debidamente regularizadas ambientalmente

La realidad de la gestión ambiental es verdaderamente preocupante respecto al proceso de estar debidamente regularizados ambientalmente. Este proceso es esencial para poder tener un punto de partida respecto a poseer un plan de gestión debidamente aprobado por las autoridades ambientales de aplicación responsable que existen en el país y que estén en armonía con los impactos ambientales que genera la actividad. En la tabla No 3, se evidencia una realidad negativa en la gestión ambiental, de acuerdo al censo realizado por el INEC, establece que el 80.26 % de las empresas no tienen ningún permiso ambiental, al no poseer este documento la autoridad ambiental no tiene conocimiento de sus procesos, no poseen un plan de manejo ambiental debidamente aprobado por lo que es poco probable que desarrollen actividades adecuadas para tratar las aguas residuales que generan sus actividades. Esta regularización es otorgada por las autoridades ambientales de aplicación responsable una vez que las empresas hayan cumplido con los requisitos establecidos, según la categorización impuesto por el Ministerio de Ambiente en el proceso de categorización ambiental, el cual está en función del impacto que generan sus actividades, la superficie en el que desarrollan la actividad, su ubicación para determinar que no esté en área protegida, este proceso es automático y sin ningún costo para las empresas.

Tabla 5 Distribución de Empresas por Tipos de Permisos Ambientales

Permisos Ambientales	Número de Empresas	
	Absoluto	Relativo
Certificado Ambiental	776	6.18 %
Ficha Ambiental	678	5.40 %
Declaración de Impacto Ambiental	15	0.12 %
Licencia Ambiental	1010	8.04 %
Ninguno	10.061	80.26%
Total	12.561	100 %

Elaborado por: INEC

Fuente: Módulo de Información Ambiental Económica en Empresas 2016

4.1.2 Empresas que cuentan con gestión ambiental certificada

Los procesos de gestión ambiental son certificados de manera internacional por empresas que se encuentran debidamente acreditadas para emitirla. En la (Tabla 6), en relación con la gestión ambiental debidamente certificada por los entes acreditados, la gestión ambiental desarrollada por las empresas de acuerdo al censo realizado por el INEC se evidencia que únicamente el 1.59 % de empresas tiene una certificación internacional ISO 14001. Esta certificación ambiental es una acreditación que se obtiene por parte de un ente acreditado una vez cumplidos todos los procesos de implementación de un sistema de gestión ambiental, en el caso de nuestro país es preocupante por el bajo índice que actualmente presenta. Este indicador evidencia lo mucho que hay que hacer para tener unos procesos que se encuentren en armonía con el ambiente, identificando los impactos ambientales

significativos para realizar la gestión de minimización de los mismos, con la finalidad de procurar la sostenibilidad de la empresa en el tiempo, mediante la implementación de programas de mejora continua con las ideas generadas por los colaboradores.

Tabla 6 Proporción de Empresas con Certificación ISO 14001 en el año 2016

Actividad económica/Tamaño de la empresa		Empresas con Certificación ISO 14001					
		SI		NO		TOTAL	
		Empresas	%	Empresas	%	Empresas	%
NACIONAL		199	1.99	12.362	98.41	12.561	100
Actividad Económica	Comercio	22	0.34	6.405	99.66	6.427	100
	Manufactura	79	4.54	1.663	95.46	1.742	100
	Minas y Construcción	39	4.09	907	95.91	946	100
	Transporte y Almacenamiento	17	2.47	689	97.59	706	100
	Otros	43	1.56	2697	98.44	2.740	100
Tamaño de la empresa	Gran empresa	175	66.4	2.460	98.36	2.635	100

Elaborado por: INEC

Fuente: Módulo de Información Ambiental Económica en Empresas 2016

4.1.3 Personas en el país que laboran en temas ambientales

En el país el número de personas que laboran en asuntos ambientales, de acuerdo al censo realizado por el INEC es de solo el 0.77%. De estas el 0.56 % laboran de manera estable y el 0.21 % laboran de manera eventual.

Tabla 7 Personas que Laboran en Temas Ambientales

Personas que laboran en las empresas	Personas que laboran en asuntos ambientales		Personas que laboran de manera estable		Personas que laboran de manera eventual	
	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo
1.000.213	7.709	0,77	5.601	0,56	2.108	0,21

Elaborado por: INEC

Fuente: Módulo de Información Ambiental Económica en Empresas 2016

4.1.4 Proporción de empresas que realizaron inversión ambiental

Respecto a la proporción de empresas que realizaron inversión ambiental tenemos de acuerdo a la estadística realizada por el INEC, únicamente el 3.3 % realizaron inversiones ambientales, se encuentra en la (tabla 8) Proporción de empresas que realizaron inversión ambiental. Se destacan la empresa manufacturera con 12.95% y la gran empresa con un porcentaje de 12.03%.

Tabla 8 Proporción de Empresas que Realizaron Inversión Ambiental en el año 2016

Actividad Económica/Tamaño de Empresa		Empresas que realizaron Inversión Ambiental					
		Si		No		Total	
		Empresas	%	Empresas	%	Empresas	%
NACIONAL		415	3.4	12.146	96.7	12.561	100
Actividad Económica	Comercio	38	0.59	6.389	99.41	6.427	100
	Manufactura	226	12.95	1.516	87.05	1742	100
	Minas y Construcción	52	5.52	894	94.48	946	100
	Transporte y Almacenamiento	6	0.85	700	99.15	706	100
Tamaño de la empresa	Gran Empresa	317	12.03	2.318	87.96	2.635	100

Elaborado por: INEC**Fuente:** Módulo de Información Ambiental Económica en Empresas 2016

4.1.5 Fuente de agua que se consume en las empresas

De los 2733.51 millones de metros cúbicos del agua que se suministra al sector industrial, el 84.19 % proviene de una fuente superficial de agua dulce, el 15,16 % proviene de agua subterránea y el 0.65% proviene de agua de mar, estos resultados se encuentran en la (Tabla 9), denominada captación de agua por el tipo de fuente. Esta tabla evidencia la importancia de la fuente de agua dulce para el sector industrial, razón por la que se debe considerar imperativo el cuidado de estas fuentes naturales de agua.

Tabla 9 Captación de Agua por el Tipo de Fuente

Agua suministrada por el tipo de fuente						
Volumen Agua Millones de m ³	Agua Superficial Millones de m ³		Agua Subterránea Millones de m ³		Agua de mar Millones de m ³	
Total	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo
2733.51	2301.46	84.19	414.42	15.16	17.77	0.65

Elaborado por: INEC**Fuente:** Módulo de Información Ambiental Económica en Empresas 2016

4.1.6 Intensidad del uso del agua

De acuerdo a la tabla se puede evidenciar que la actividad de la grande empresa es la que genera la mayor intensidad en el uso del agua.

Tabla 10 Intensidad del Uso del Agua

Actividad Económica Tamaño de la Empresa		Agua Usada	Valor Agregado Bruto	Intensidad de uso del agua
		m ³	USD	m ³ H ₂ O/USD
NACIONAL		2.805.458.347,25	23.701.752.659,5	0.118
Actividad Económica	Electricidad, gas, vapor, acondicionadores de aire	1.926.658.248,95	1.184198.667,61	1,627
	Distribución de agua	437.281.152,27	279.907.990.39	1,562
	Comercio	228.668.224,81	5.024.830.896.60	0,046
	Manufactura	190.878.495,05	6.233.870.606,82	0,031

	Transporte y Almacenamiento	2.017.522,46	821.116.000,59	0,002
	Minas y construcción	5.108.698,41	5.038.658.511,73	0,001
Tamaño	Mediana empresa	628.293.331,44	4.215.499.683,50	0,150
	Gran empresa	2.177.165.015,81	19.486.252.976,00	0,112

Elaborado por: INEC

Fuente: Módulo de Información Ambiental Económica en Empresas 2016

4.1.7 Empresas que realizan tratamiento a sus aguas residuales

En la siguiente tabla se evidencia un hecho preocupante que el 51.54% de las empresas no realizan tratamiento a sus aguas residuales.

Tabla 11 Proporción de Empresas que Realizan Tratamiento de Aguas Residuales

Actividad Económica/Tamaño de la empresa		Empresas que realizan Tratamiento de Aguas Residuales					
		Si		No		Total	
		Empresas	%	Empresas	%	Empresas	%
NACIONAL		627	48.45	667	51.54	1294	100
Actividad Económica	Distribución de agua, alcantarillado, gestión de desechos, saneamiento	21	100	0	0	21	100
	Transporte y Almacenamiento	24	96	1	4	25	100
	Comercio	26	50.98	25	49.02	51	100

	Manufactura	394	48.82	413	51.18	807	100
	Minas y Construcción	86	48.04	93	51.96	179	100
Tamaño de la empresa	Mediana empresa	166	26.48	461	73.52	627	100
	Gran empresa	461	69.12	206	30.88	667	100

Elaborado por: INEC

Fuente: Módulo de Información Ambiental Económica en Empresas 2016

4.1.8 Resultados de la Inspección realizada por la Autoridad Ambiental

La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable de la ciudad de Guayaquil realiza una inspección anual de control para verificar la calidad de la descarga del agua residual del sector industrial, el sector regulado conoce de manera anticipada la fecha de realización de esta evaluación, por lo que con esta información se preparan para la toma de muestra, pero lo sorprendente es que existe un alto porcentaje de empresas que descargan el agua residual muy por encima de las especificaciones establecidas en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente libro VI en el Anexo I de la tabla No 12: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, que se encuentra en el anexo No 3, legislación vigente al momento de la inspección.

Los resultados de la evaluación realizada evidencian la falta de preocupación por dar cumplimiento a la legislación ambiental. En la zona norte de acuerdo al censo realizado existen 129 empresas debidamente reconocidas cuyo listado se encuentra en el anexo No 35, de las cuales de acuerdo con el gráfico solo 39 empresas

cumplen, 34 no cumplen y 56 no fueron evaluadas, cuyo porcentaje corresponde a 30%, 26% y 43%, respectivamente.

En la tabla 12, se evidencia los resultados de la inspección anual realizada en el año 2014, a las empresas que descargan a la fuente de agua dulce.

Tabla 12 Resultados de la Inspección Anual

RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN ANUAL		
EMPRESAS	No	%
EMPRESAS QUE CUMPLEN	39	30
EMPRESAS QUE NO CUMPLEN	34	26
EMPRESAS NO EVALUADAS	56	43
TOTAL DE EMPRESAS	129	100

Elaboración: Propia

Fuente: Dirección de Medio Ambiente de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil. año 2014.

4.1.9 Resultados del inventario de equipos de laboratorio

La unidad de análisis no cuenta con muchos equipos para la realización de los ensayos de calidad que permitan al personal que opera la unidad de tratamiento poder reconocer la calidad del agua residual con la que está siendo tratada y descargada hacia la fuente de agua dulce. No existe interés por dotar de los equipos e instrumentos de laboratorio para que se puedan realizar los ensayos mínimos establecidos por la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable que para este caso es la Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Muy Ilustre Municipalidad del cantón Guayaquil. Los parámetros mínimos que se

exige deben ser evaluados al agua residual que es descargada al río son: la temperatura, caudal, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales, pH, aceites & grasas. Es muy evidente que con el inventario de equipos y materiales descritos en la tabla 13 no es posible realizar las pruebas de ensayo establecidas en la normativa ambiental.

Tabla 13 Resultados del Inventario de Equipos y Materiales

INVENTARIO DE EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO EXISTENTES EN LA UNIDAD DE ANALISIS				
No	EQUIPO	RANGO	CANTIDAD	ESTADO
1	Termómetro	De 0 a 100 °c	1	Buen estado
2	Bureta	De 0 a 100 ml	1	Buen estado
3	Soporte Universal	-----	1	Buen estado
4	Balanza electrónica	De 0 a 2000 Gramos	1	Buen estado
5	Peachimetro	1 a 14	1	Descalibrado
6	Vasos de precipitación	100 ml	2	Buen estado
7	Vasos de precipitación	500 ml	2	Buen estado
8	Probetas	100 ml	2	Buen estado
9	Tirillas de Ph	1 a 14	1	Buen estado
10	Cal	Industrial	10 sacos	Buen estado
11	Sulfato de aluminio	Industrial	10 sacos	Buen estado
12	Polímero	Industrial	1 tanque	Buen estado
13	Cloro	Industrial	2 Tanques	Buen estado

Elaboración: Propia

Fuente: Unidad de Análisis.

4.1.10 Resultados del nivel de preparación del personal que opera la unidad de tratamiento de aguas residuales

En el personal de la industria donde se realizaron las pruebas, se evidencia una falta de experiencia en la operación y supervisión de la unidad de tratamiento de aguas residuales, así como en la capacitación de temas relacionados que permita gestionar de mejor forma el tratamiento de las aguas residuales. Los resultados de la tabla 14, muestra también la ausencia de personal técnico para evaluar la calidad del agua residual. Además, se observa que los operadores laboran doce horas diarias de lunes a sábado y el domingo deben trabajar hasta 16 horas para realizar el cambio de guardia.

Tabla 14 Resultados del Nivel de Preparación de Personal que Opera y Supervisa la Edar

NIVEL DE PREPARACIÓN DE PERSONAL QUE TIENE LA RESPONSABILIDAD DE OPERAR Y SUPERVISAR LA EDAR							
Personal	No	Turnos de trabajo	Horas de trabajo diario	Formación profesional	Experiencia previa en operación de EDAR	Entrenamiento formal en tratamiento de agua residual	Entrenamiento formal en evaluación de ensayos químicos
Operadores	2	2	12	Bachilleres	Ninguna	Ninguno	Ninguna
Coordinador de planta	3	3	8	Ingenieros	Ninguna	Ninguno	Ninguna

Elaboración: Propia

Fuente: Unidad de Análisis.

4.2 Resultados obtenidos en la descarga de agua residual

Aplicando la metodología señalada anteriormente se evaluó en la unidad de análisis las variables de Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Temperatura, Sólidos Totales y Oxígeno Disuelto y caudal durante todo un trimestre, los resultados evidencian el bajo nivel de cumplimiento de los parámetros de control seleccionados. En el anexo 34, se encuentran los resultados correspondientes a los 90 días de evaluación que correspondieron a los meses de enero, febrero y marzo del año 2018.

4.2.1 Resultados de la evaluación de la DQO en la unidad de análisis

La variable de la Demanda Química de Oxígeno, siempre presento un valor muy por encima de 200 mg/L que es el valor máximo permisible para cuando la descarga es a una fuente de agua dulce, de acuerdo con el Acuerdo Ministerial 097-A, publicado en la edición especial del Registro Oficial del 04 de noviembre del año 2015, se encuentra en el anexo No 5.

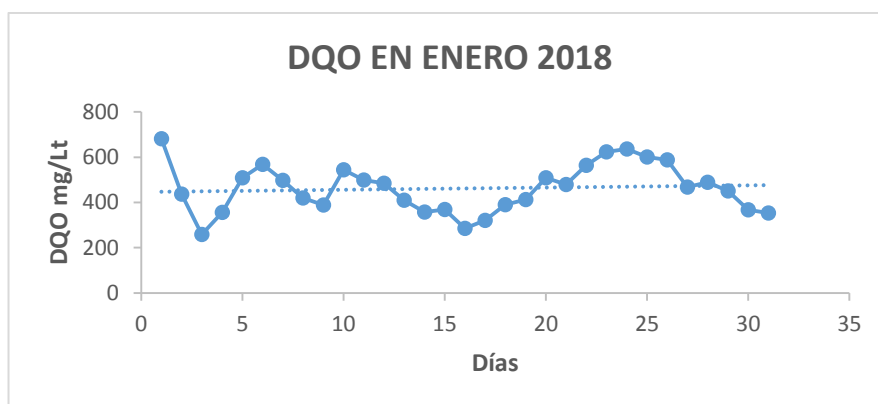


Figura 2 Concentración de la DQO, Enero 2018

Fuente: Propia

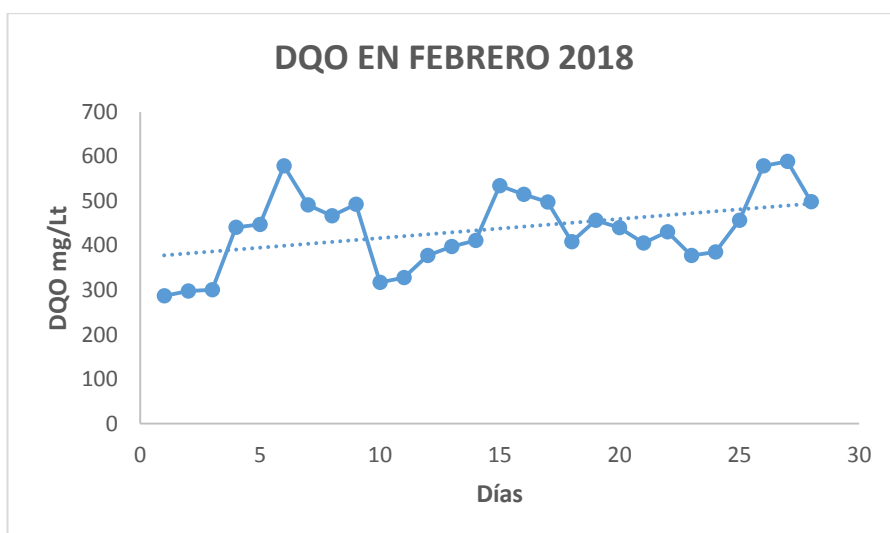


Figura 3 Concentración de la DQO Febrero 2018

Fuente: Propia

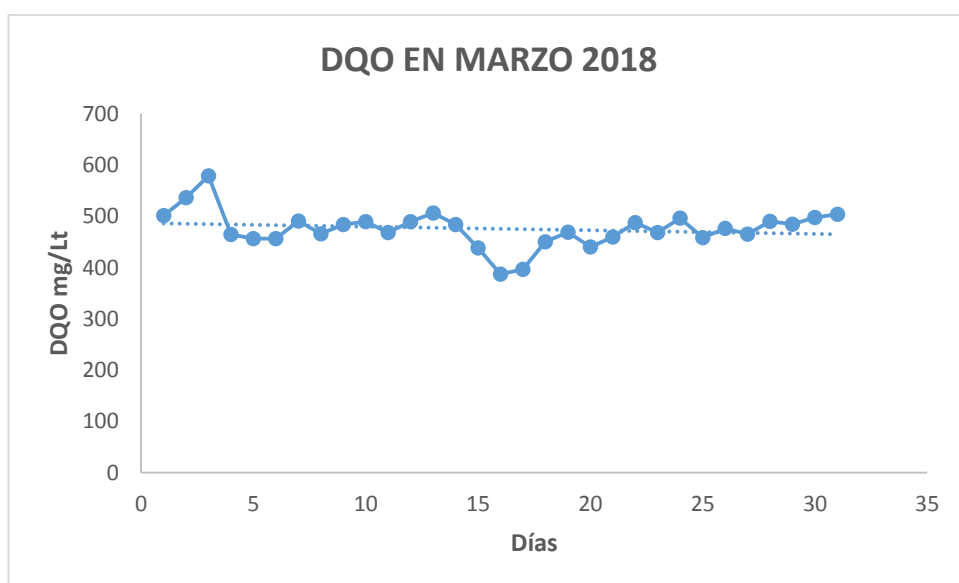


Figura 4 Concentración de la DQO Marzo 2018

Fuente: Propia

4.2.2 Resultados de la evaluación de la Temperatura en la unidad de análisis

La temperatura presento en todo el proceso de evaluación un valor dentro lo establecido en la legislación ambiental, a pesar que en determinados momentos se descarga el agua del área de rinseado de manera directa en la corriente de la descarga hacia la fuente.

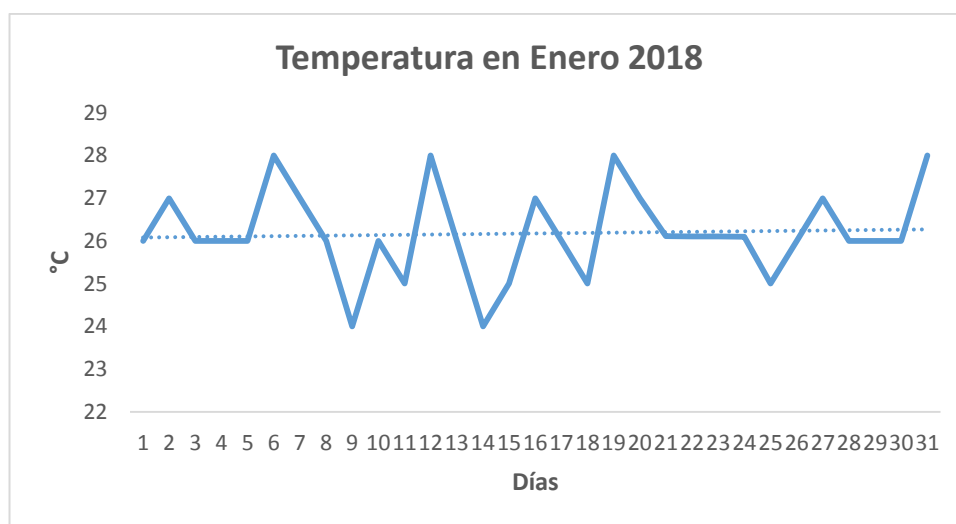


Figura 5 Temperatura del Agua Residual Enero 2018

Fuente: Propia

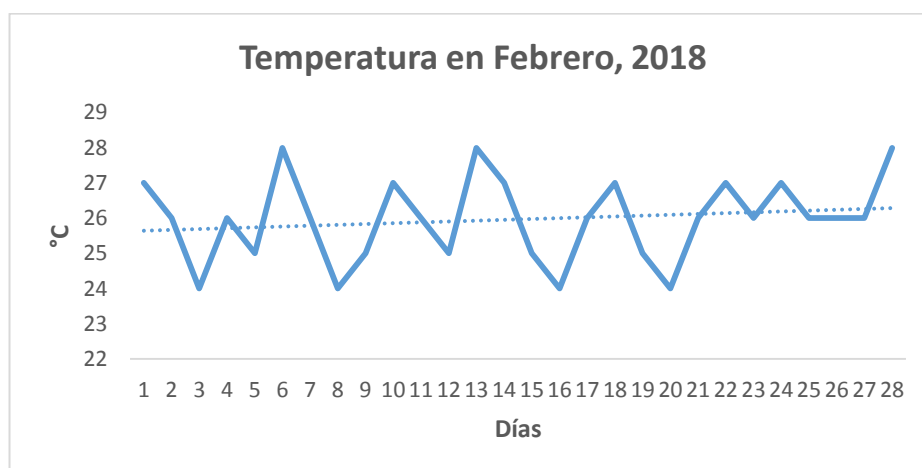


Figura 6 Temperatura del Agua Residual Febrero 2018

Fuente: Propia

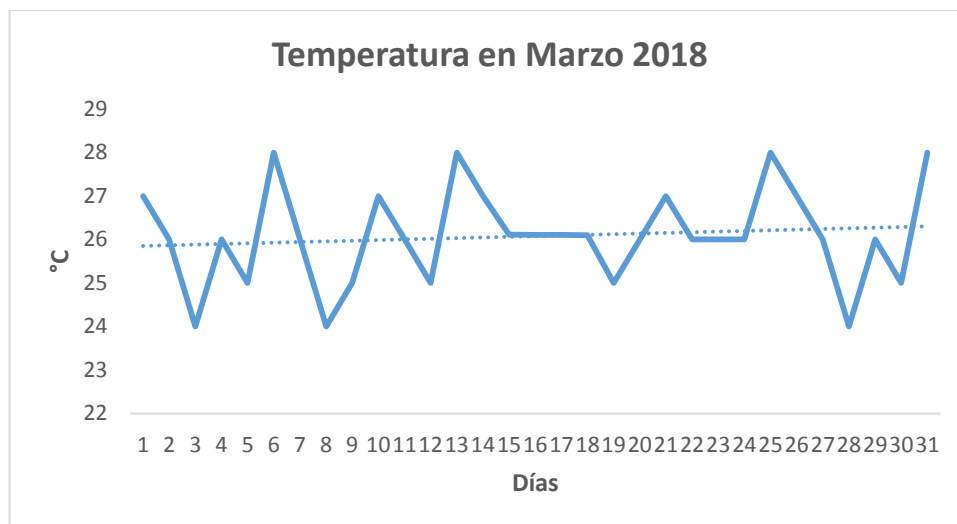


Figura 7 Temperatura del Agua Residual Marzo 2018

Fuente: Propia

4.2.3 Resultados de la evaluación de la DBO₅ en la unidad de análisis

La Demanda Bioquímica de Oxígeno siempre se encontró en un valor muy superior a los 100 mg/L, valor máximo permisible establecido por la legislación vigente en el Acuerdo Ministerial 097-A, que se encuentra en el anexo No 5.

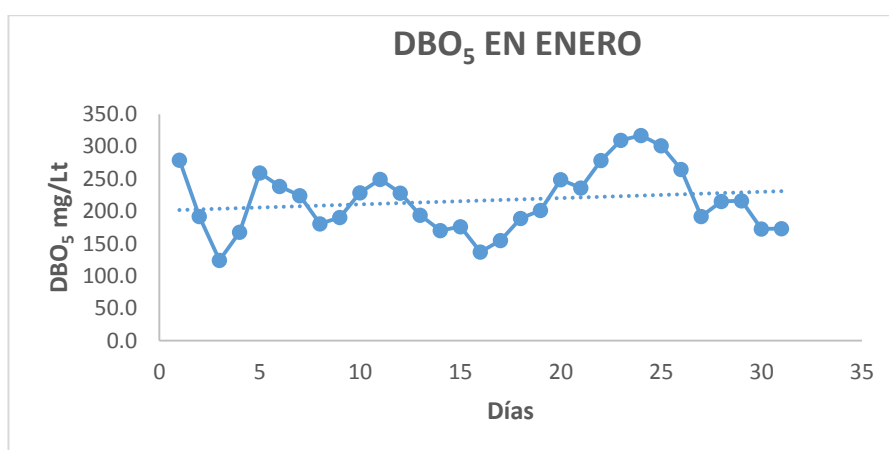


Figura 8 DBO₅ del Agua Residual en Enero 2018

Fuente: Propia

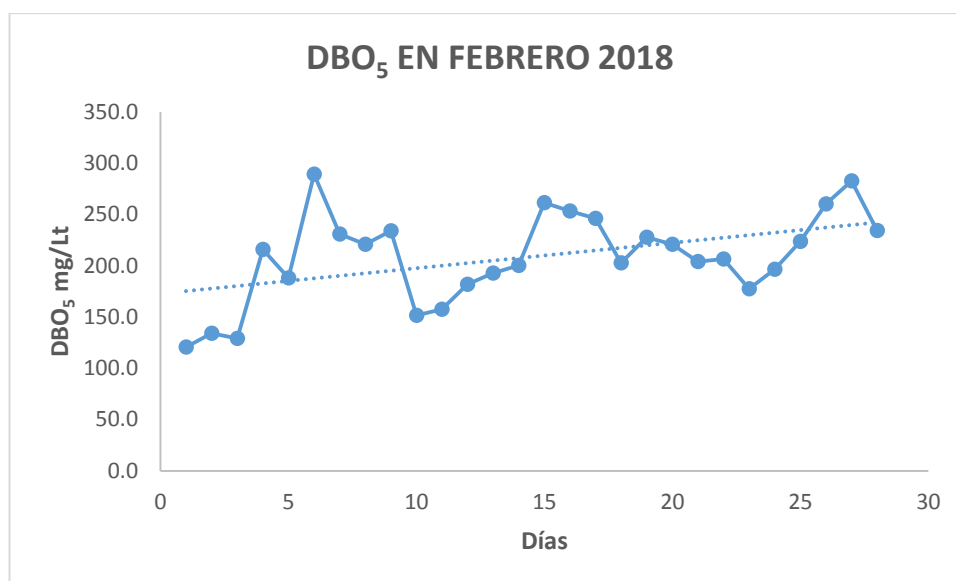


Figura 9 DBO₅ en el Agua Residual en Febrero 2018

Fuente: Propia

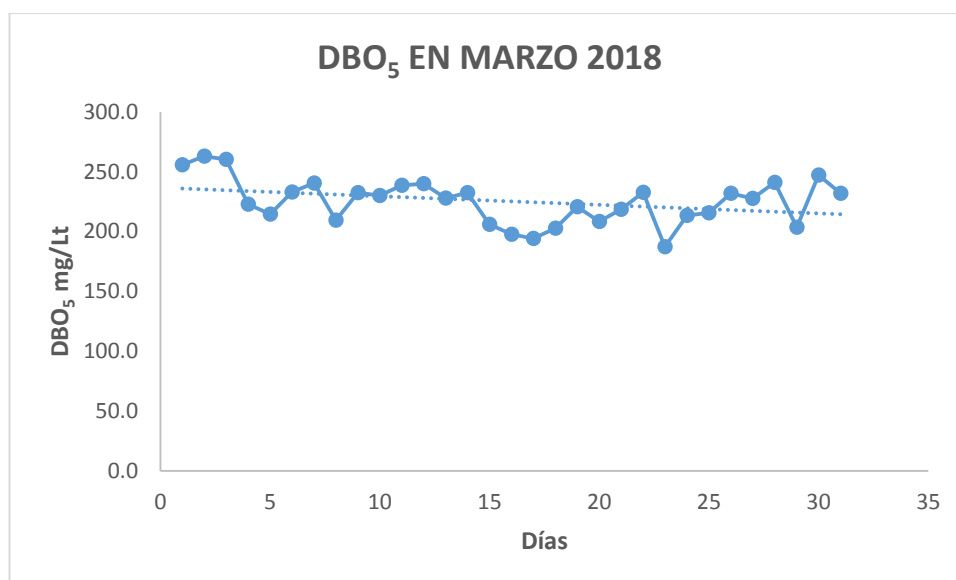


Figura 10 DBO₅ en el Agua Residual en Marzo 2018

Fuente: Propia

4.2.3 Resultados de la evaluación de Oxígeno Disuelto en la unidad de análisis

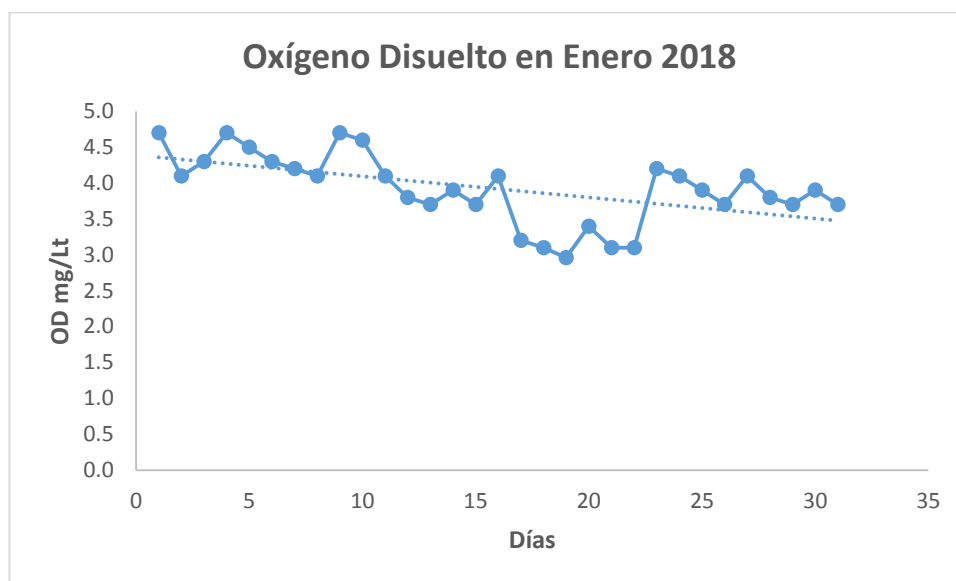


Figura 11 Oxígeno Disuelto en el Agua Residual en Enero 2018

Fuente: Propia

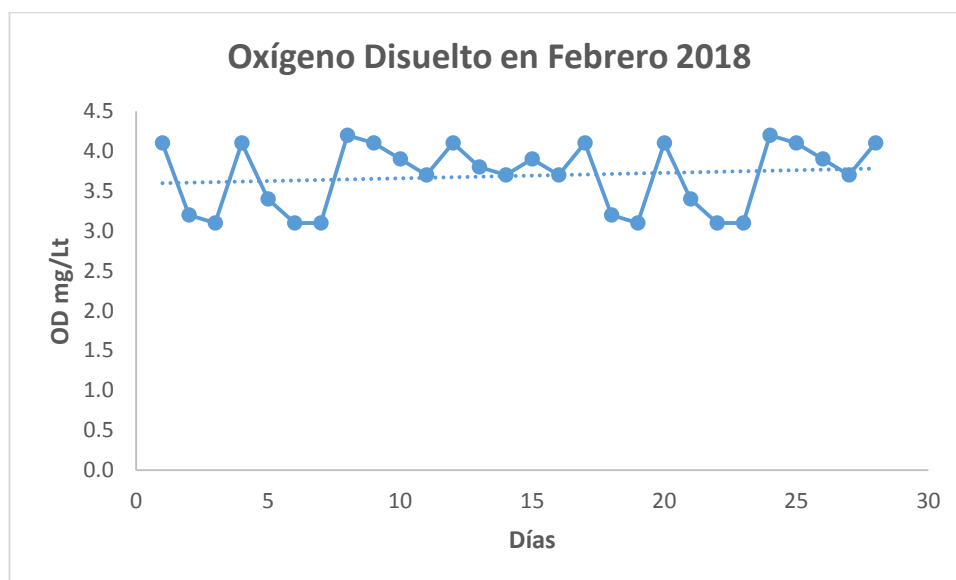


Figura 12 Oxígeno Disuelto en el Agua Residual en Febrero 2018.

Fuente: Propia

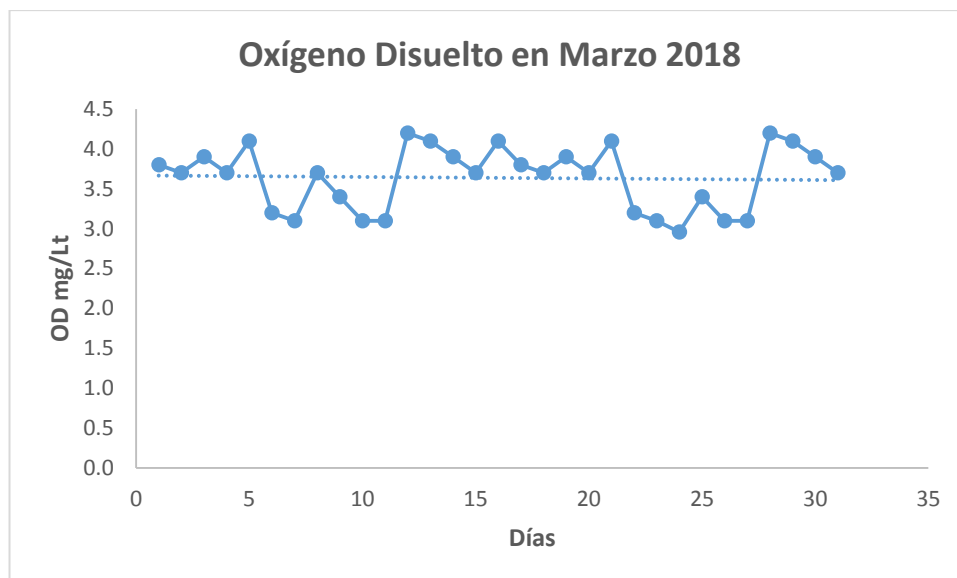


Figura 13 Oxígeno Disuelto en el Agua Residual en Marzo 2018.

Fuente: Propia

4.2.4 Resultados de la evaluación de Sólidos Totales en la unidad de análisis

Los sólidos totales, presentaron siempre un valor superior a los 1600 mg/L, valor establecido como límite máximo permisible por la normativa ambiental vigente. En las figuras 14,15 y 16, se puede apreciar el comportamiento de los sólidos totales.

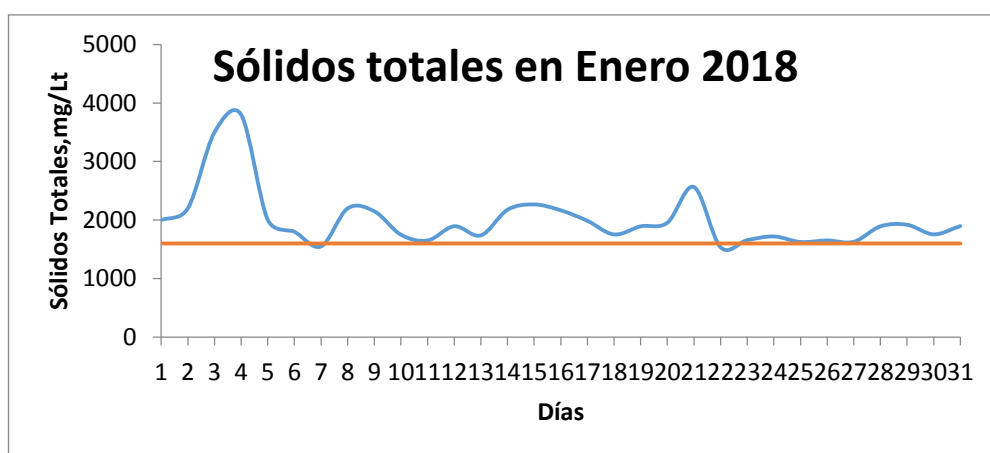


Figura 14 Sólidos Totales en el Agua Residual en Enero 2018

Fuente: Propia

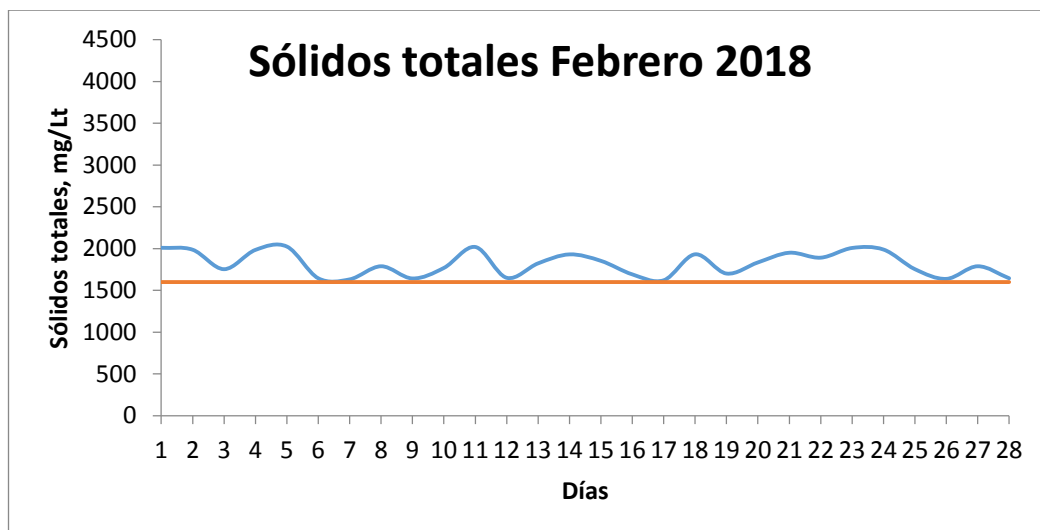


Figura 15 Sólidos Totales en el Agua Residual en Febrero 2018

Fuente: Propia

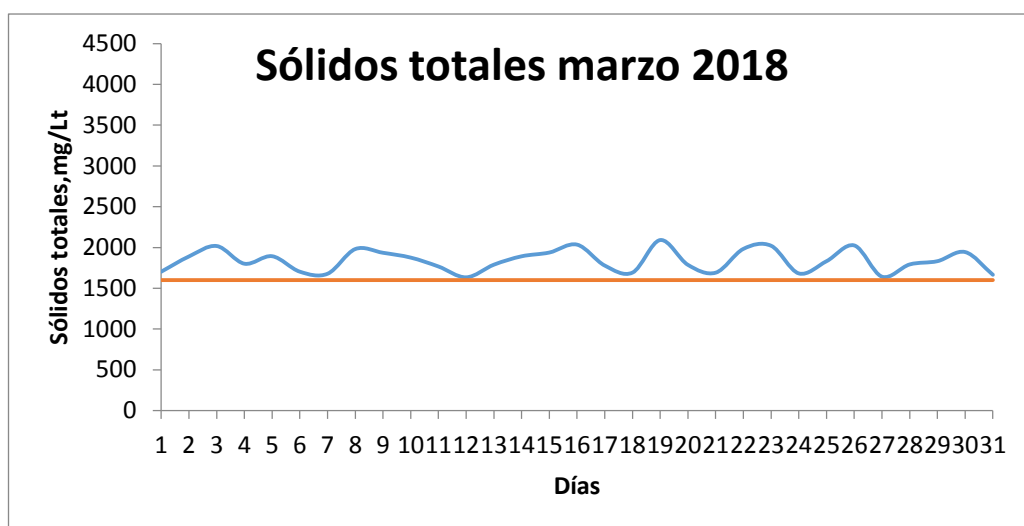


Figura 16 Sólidos Totales en el Agua Residual en Marzo 2018

Fuente: Propia

4.2.5 Resultados de caudal en la unidad de análisis

El caudal que genera la unidad de análisis es de 720 metros cúbicos diarios, un volumen bastante significativo para la evaluación del caudal se aprovechó el vertedero que dispone la unidad de análisis.

Las evaluaciones se realizaron monitoreando durante una hora diaria por los 90 días, y se encontró que en el trimestre se obtuvo un valor máximo de 31 m³/hora, un valor medio de 30,1 m³/hora y su valor más bajo fue de 29 m³/hora. los resultados de las evaluaciones diarias realizadas se encuentran en la figura 17, 18 y 19.

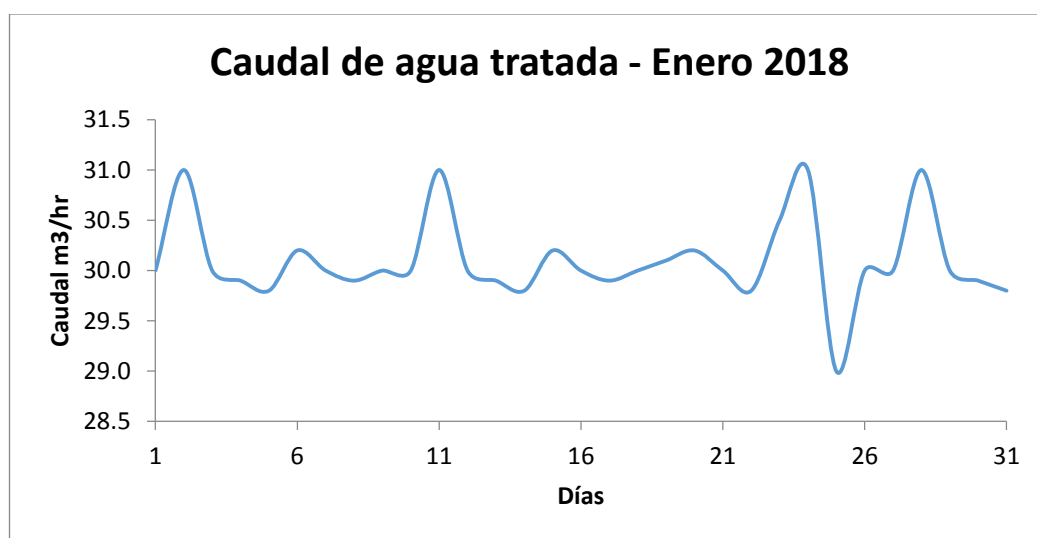


Figura 17 Caudal en Unidad de Análisis en Enero 2018

Fuente: Propia

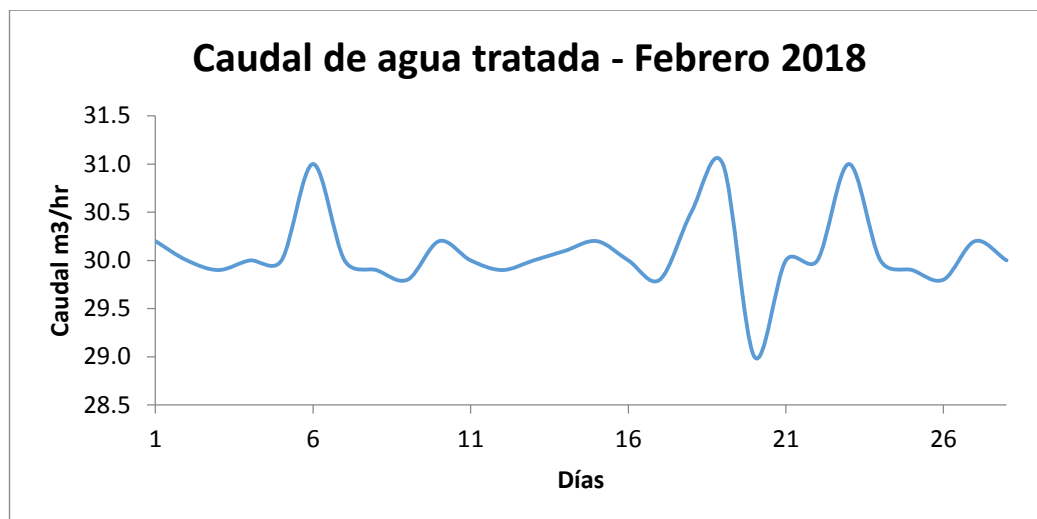


Figura 18 Caudal en Unidad de Análisis en Febrero 2018

Fuente: Propia

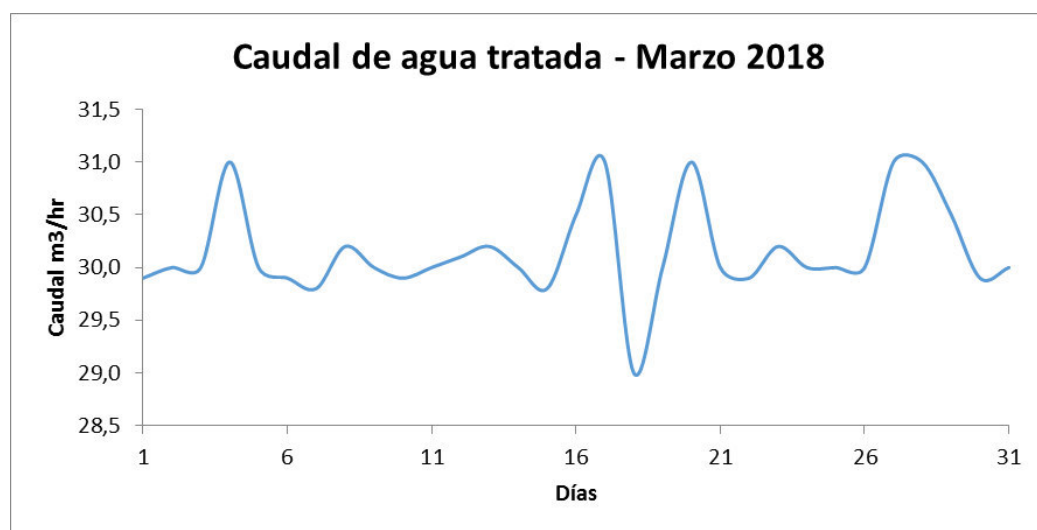


Figura 19 Caudal en la Unidad de Análisis en Marzo 2018

Fuente: Propia

4.2.6 Resultados de la comparación de la dosificación de coagulante

El coagulante Sulfato de Aluminio usado en el proceso de coagulación de acuerdo con las pruebas realizadas las dosificaciones realizadas en el proceso no coinciden

con la dosis óptima determinada en la prueba de test de jarra, en la mayoría de las ocasiones presenta un valor superior al requerido, lo que genera un mayor consumo del reactivo.

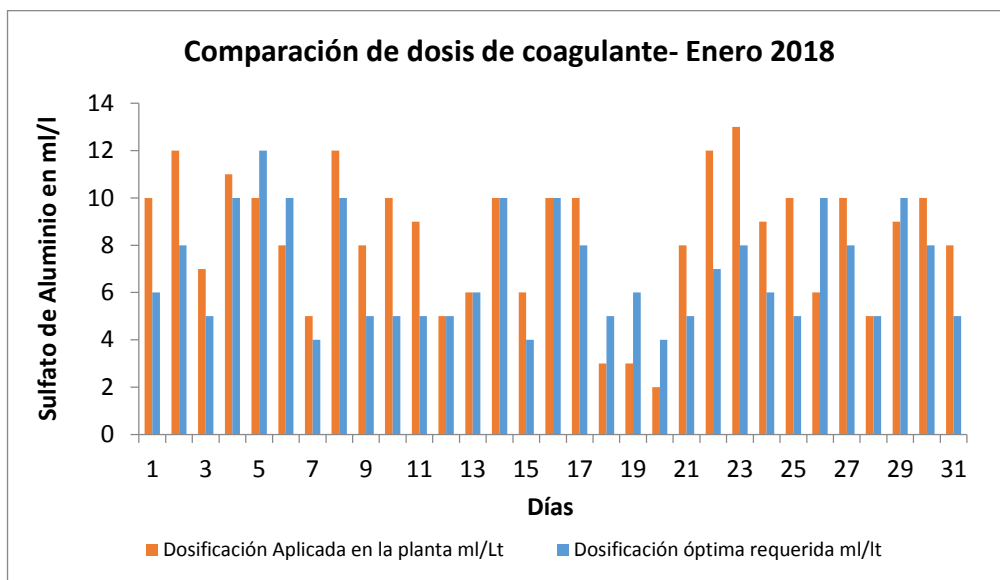


Figura 20 Comparación de Dosis en Proceso Coagulación en Enero 2018

Fuente: Propia

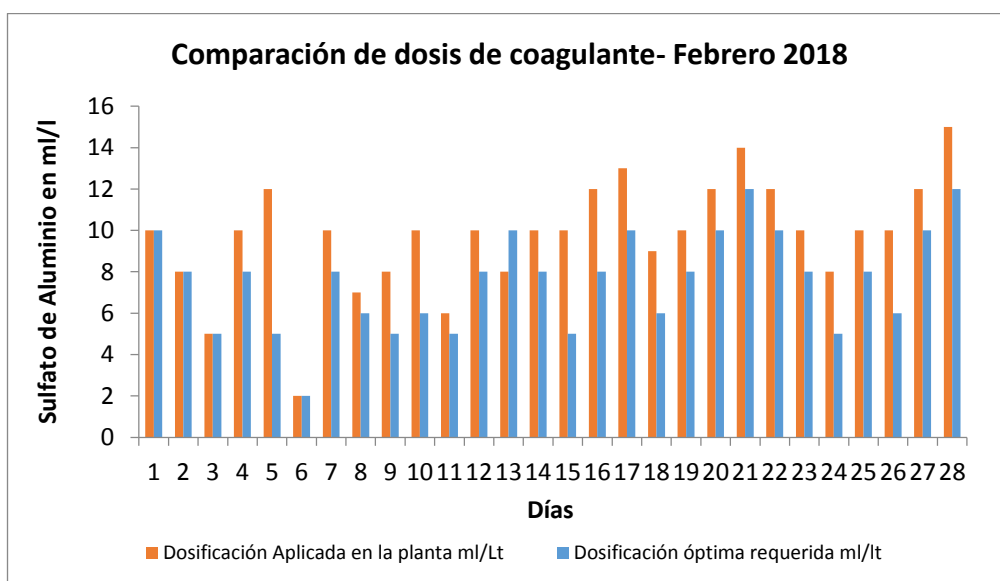


Figura 21 Comparación de Dosis en Proceso Coagulación en Febrero 2018

Fuente: Propia

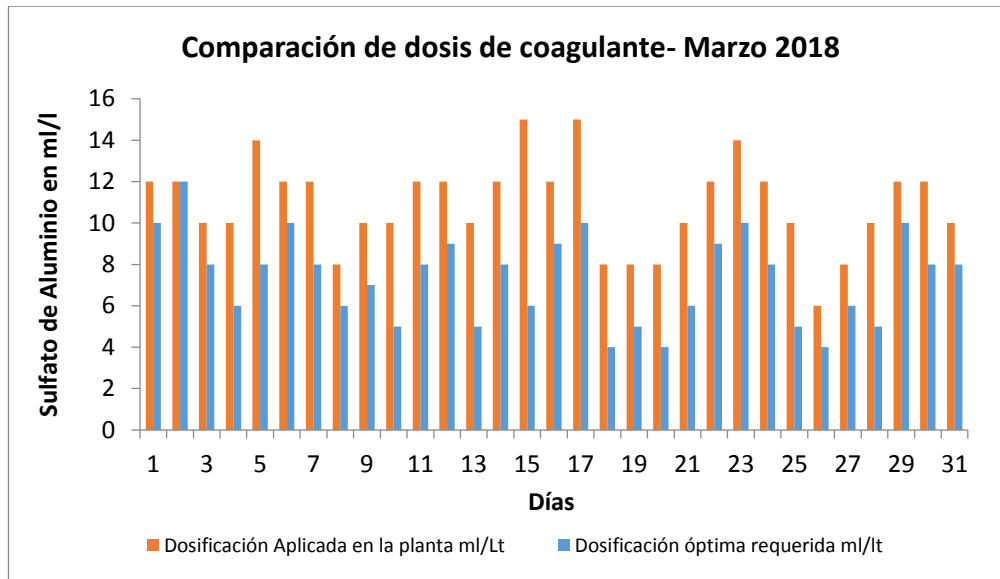


Figura 22 Comparación de Dosis en Proceso Coagulación en Marzo 2018

Fuente: Propia

4.2.7 Comparación de resultados de la concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler y el sensor.

La comparación de los resultados expresa que los valores que se obtuvo mediante el sensor de oxígeno son aceptables en virtud de la poca diferencia que se observó con el método Winkler, lo que asegura que el sistema mixto de control y recirculación en línea para evaluar el oxígeno disuelto es confiable.

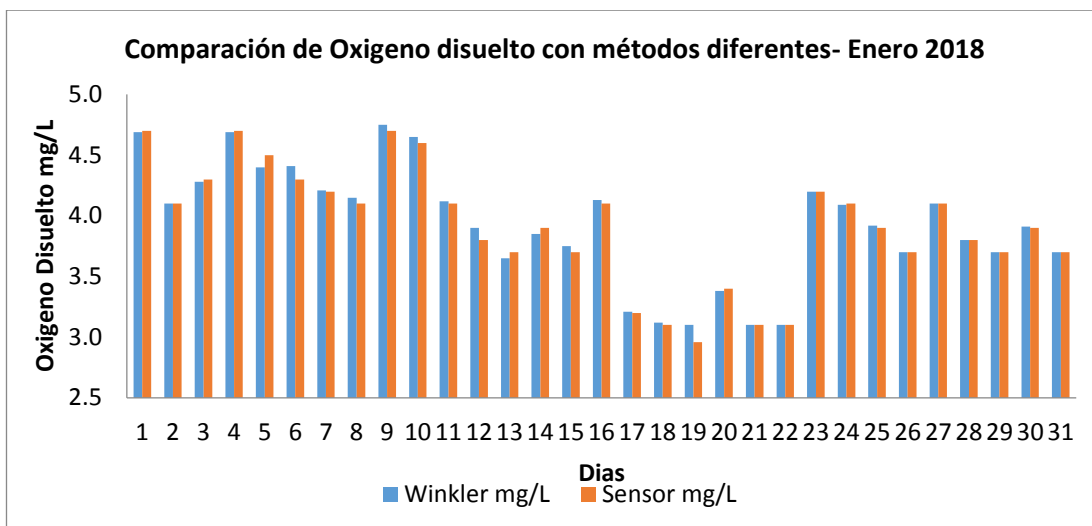


Figura 23 Comparación de Resultados de Concentración de Oxígeno Disuelto en Enero 2018

Fuente: Propia

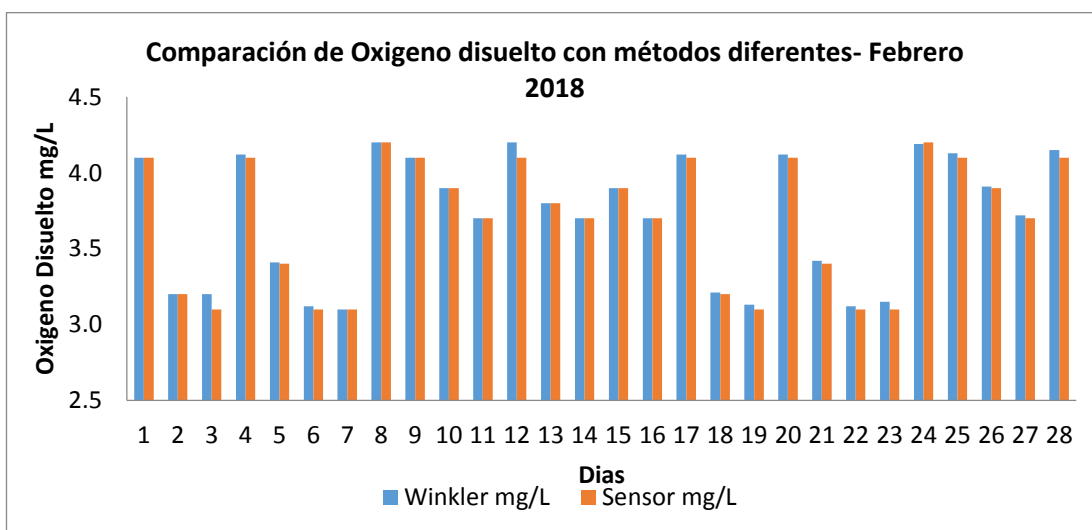


Figura 24 Comparación de Resultados de Concentración de Oxígeno Disuelto en Febrero 2018

Fuente: Propia

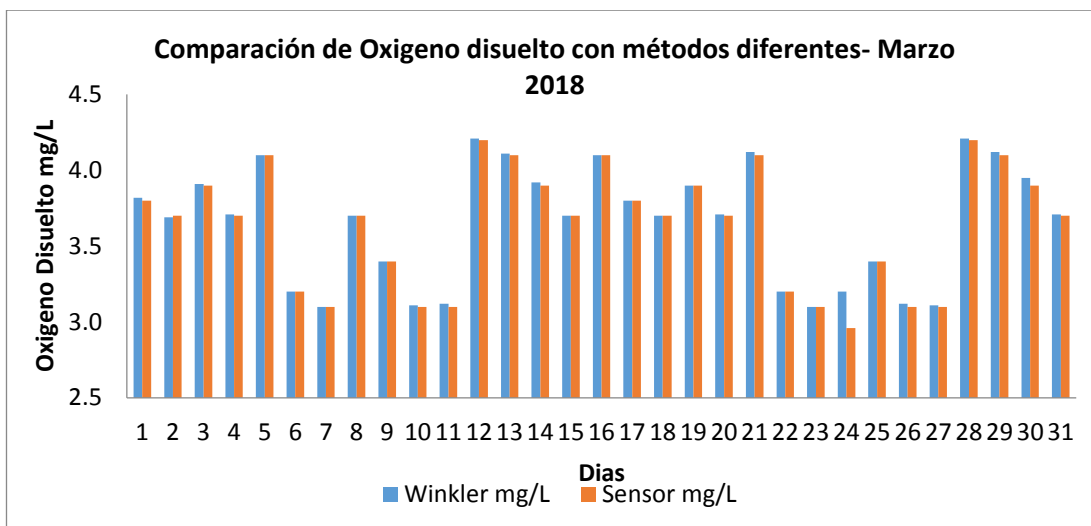


Figura 25 Comparación de Resultados de Concentración de Oxígeno Disuelto en Febrero 2018

Fuente: Propia

4.3 Resultados obtenidos en la fuente de agua

Los resultados obtenidos en la fuente de agua dulce son producto de evaluaciones realizadas durante los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre del año 2017, en quince puntos de la fuente con la finalidad de establecer el impacto que genera la descarga de agua residual; de acuerdo a los resultados obtenidos se observó que las concentraciones se encuentran por debajo de las especificaciones establecidas en la legislación ambiental vigente.

4.3.1 Resultados del nivel de oxígeno disuelto en el mes de marzo

En las figuras 26, 27, 28, 29 y 30, se expresan los resultados de la concentración del oxígeno disuelto en el mes de marzo evaluados a las 09H00, 11H00, 13H00, 15H00 y 17H00 en los 15 puntos de la fuente de agua dulce, la ubicación de cada una de los puntos fue identificada mediante el equipo GPS en coordenadas geográficas UTM, los valores se encuentran debidamente tabulados en el anexo No 30.

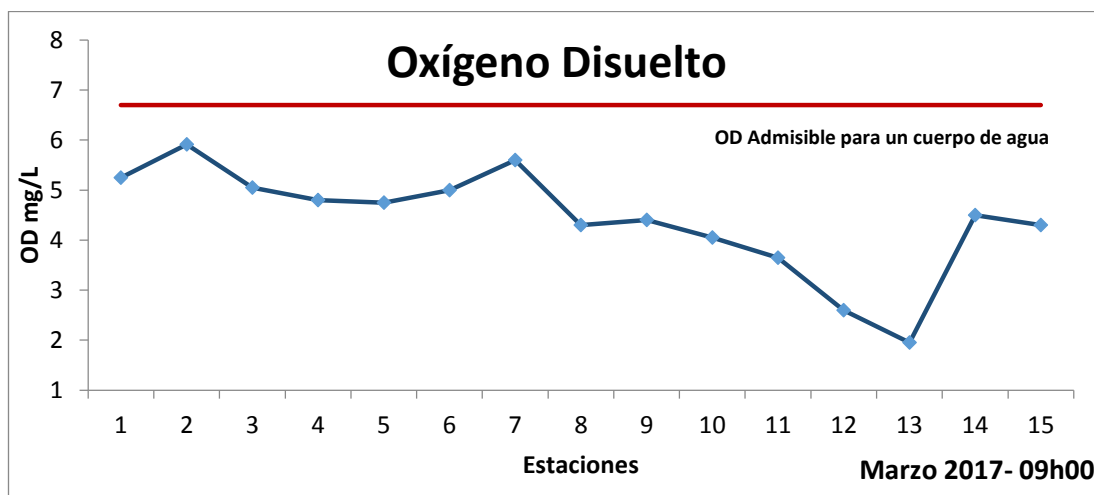


Figura 26 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 09h00.

Fuente: Propia

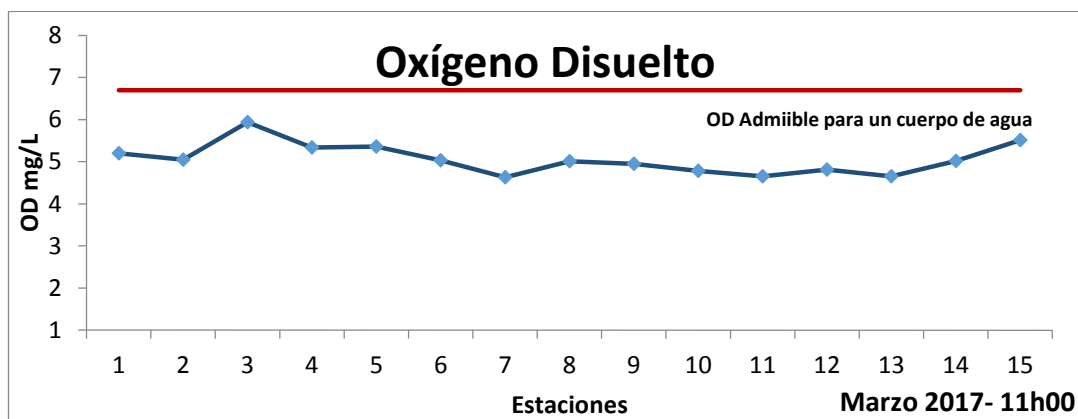


Figura 27 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 11h00.

Fuente: Propia

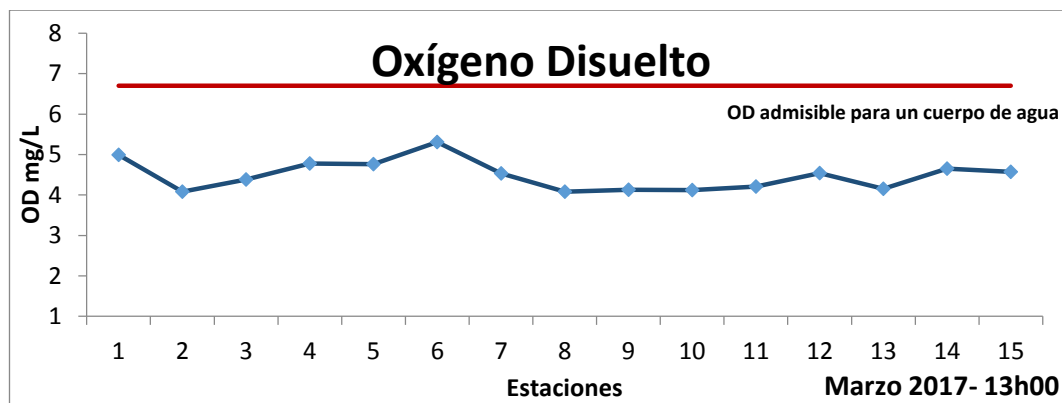


Figura 28 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 13h00.

Fuente: Propia

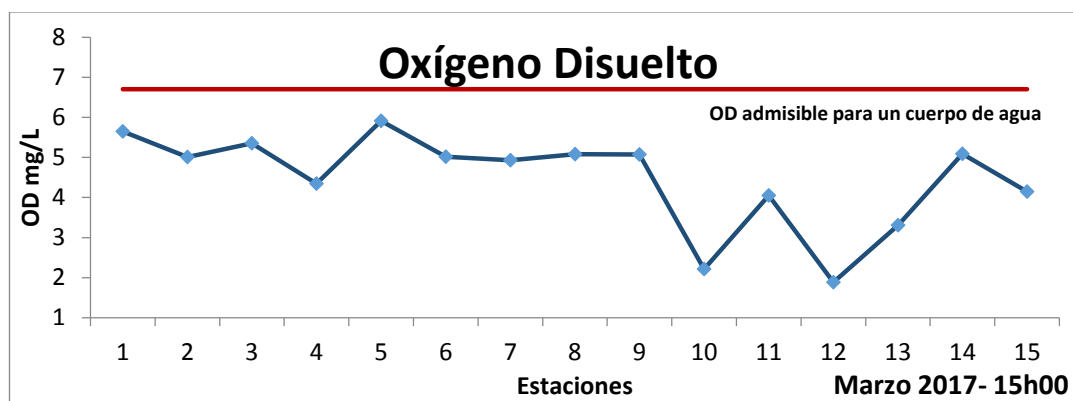


Figura 29 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 15h00.

Fuente: Propia

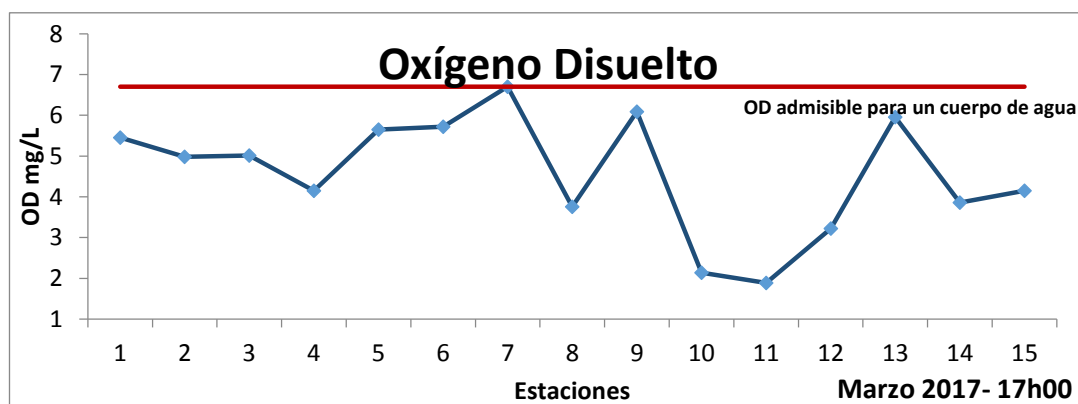


Figura 30 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 17h00.

Fuente: Propia

4.3.2 Resultados del porcentaje de saturación del nivel de oxígeno disuelto en el mes de marzo

En la Figura 31, 32, 33, 34 y 35, se puede evidenciar que la fuente de agua dulce presenta valores por debajo de lo que establece la tabla No 2 de criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, en donde el valor establecido es >80 el % de saturación.

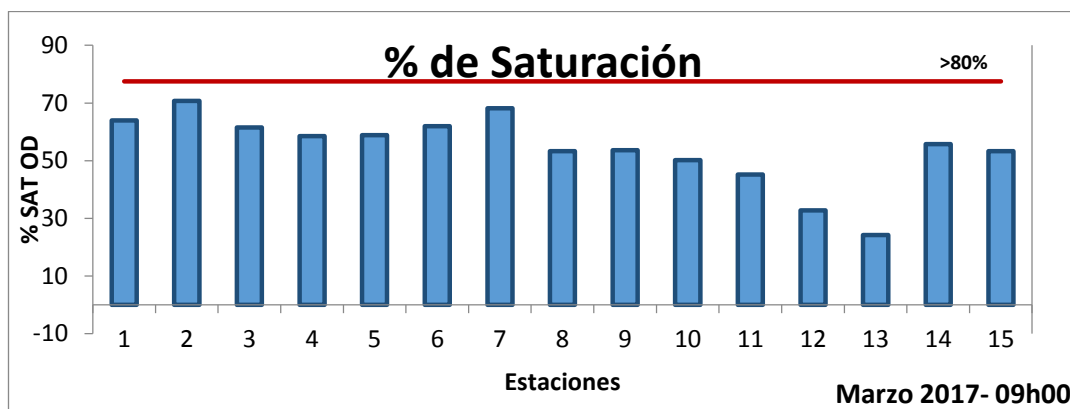


Figura 31 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 09h00.

Fuente: Propia

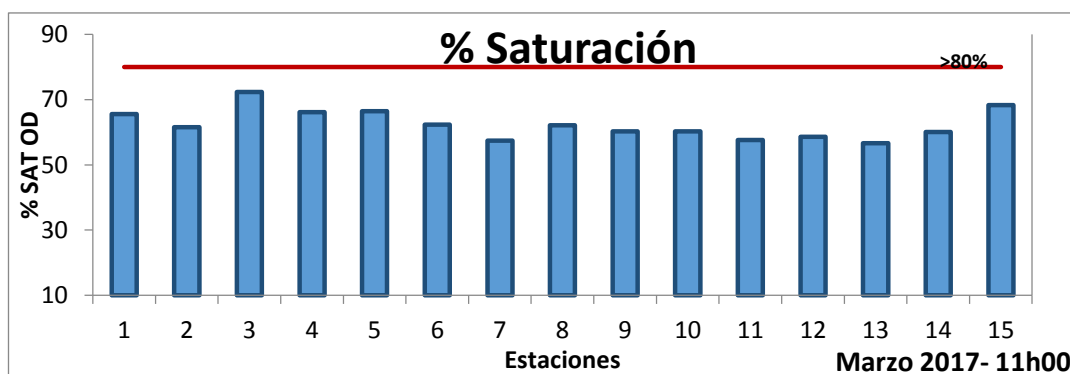


Figura 32 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 11h00

Fuente: Propia



Figura 33 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 13h00.

Fuente: Propia

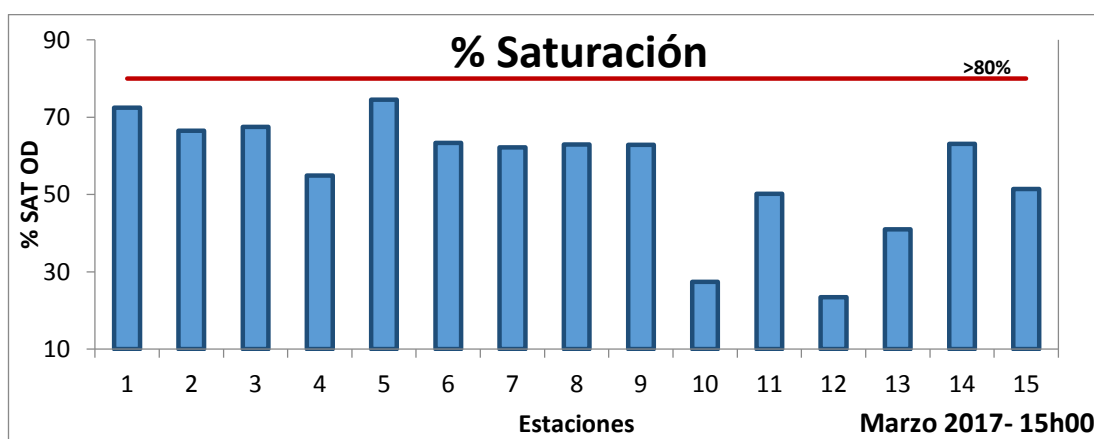


Figura 34 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 15h00.

Fuente: Propia

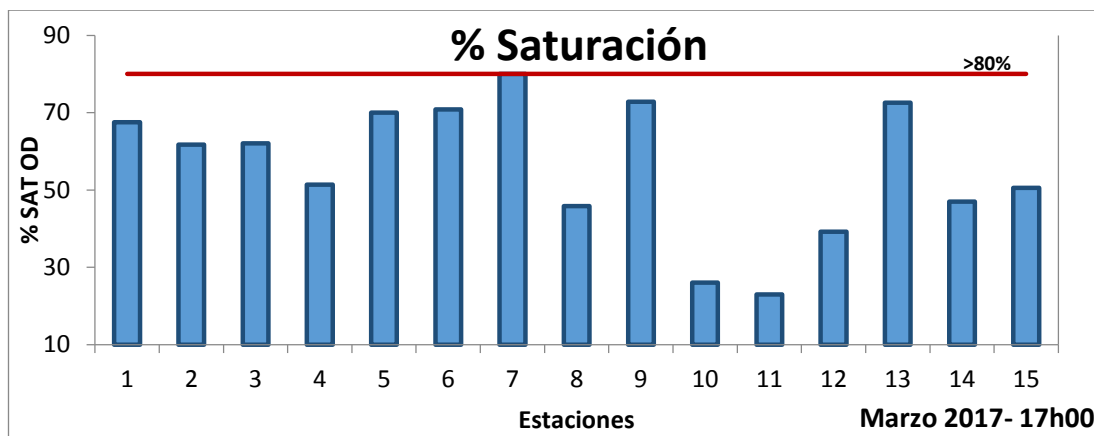


Figura 35 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Marzo a las 17h00.

Fuente: Propia

4.3.3 Resultados del nivel de oxígeno disuelto en el mes de junio

En las figuras 36, 37, 38, 39 y 40, se expresan los resultados de la concentración del oxígeno disuelto en el mes de junio evaluados a las 09H00, 11H00, 13H00, 15H00 y 17H00 en los 15 puntos de la fuente de agua dulce, cuyas tablas de resultados se encuentran en el anexo No 31. La fuente de agua dulce en el mes de junio presenta en todas las 15 estaciones valores inferiores de oxígeno disuelto a lo establecido en la tabla No 2 que establece un valor de 6.7 mg/Lt para el desarrollo normal de los ecosistemas de la fuente de agua dulce.

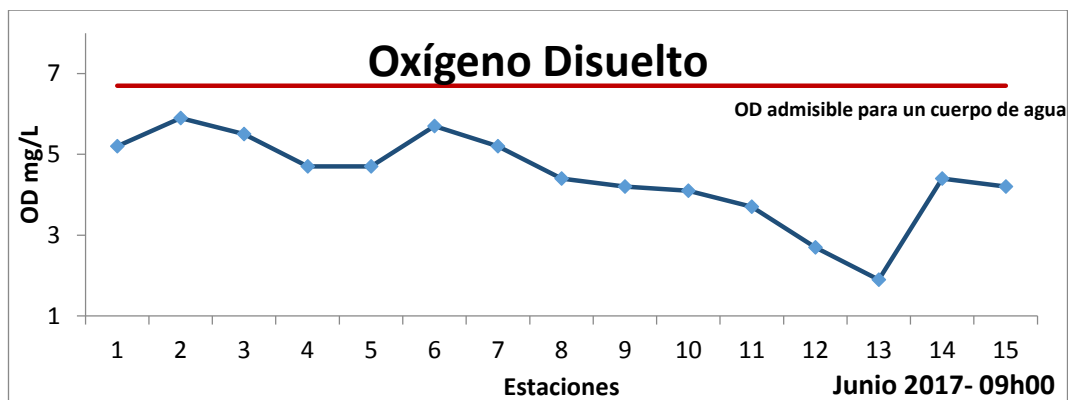


Figura 36 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 09h00.

Fuente: Propia

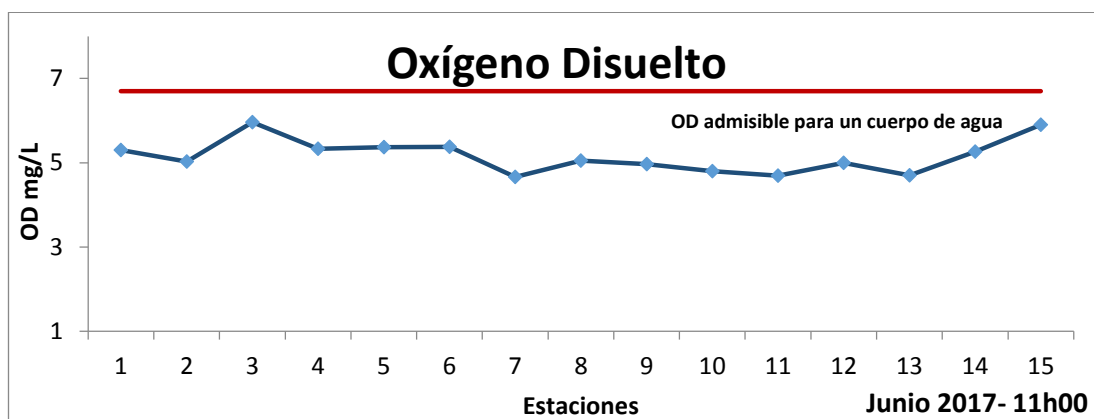


Figura 37 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 11h00.

Fuente: Propia

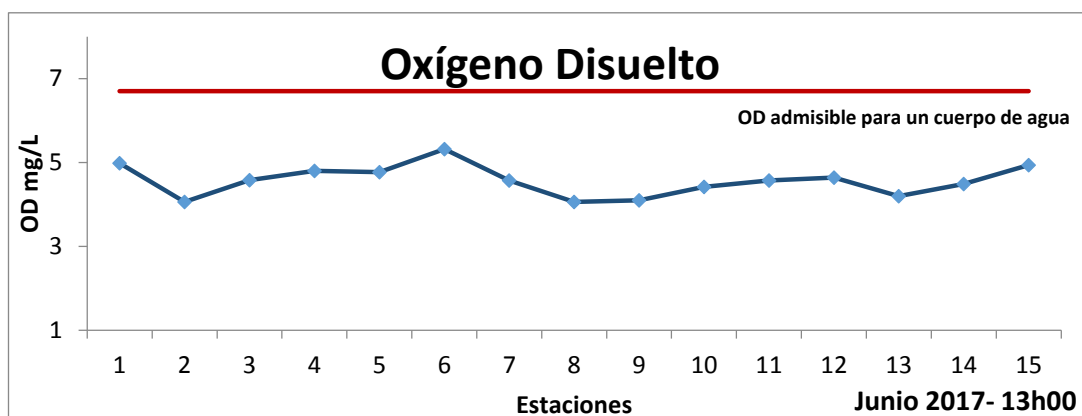


Figura 38 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 13h00.

Fuente: Propia

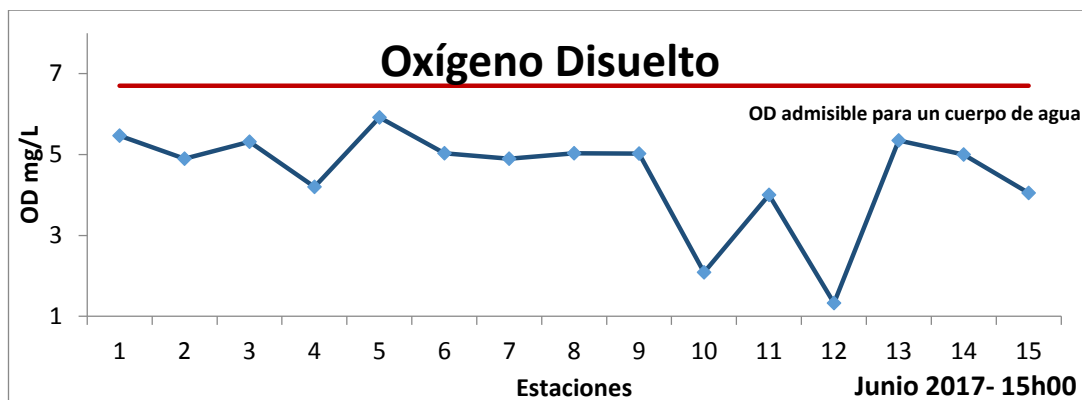


Figura 39 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 15h00.

Fuente: Propia

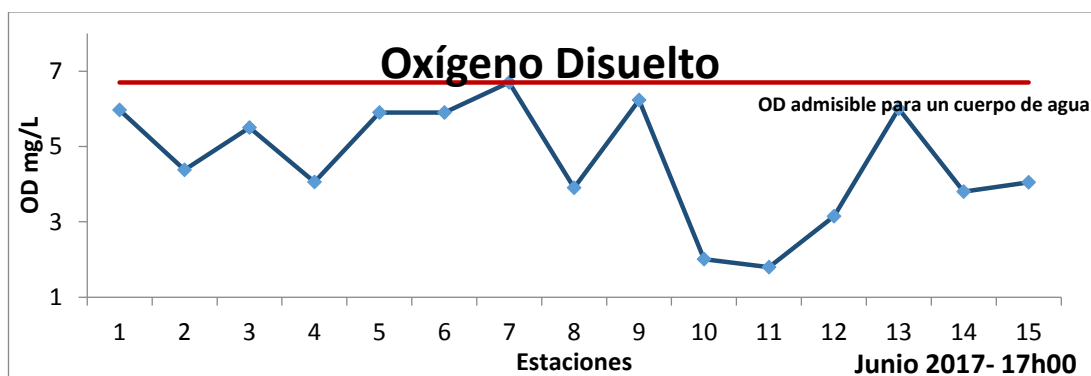


Figura 40 Concentración Del Oxígeno Disuelto En El Mes De Junio A Las 17h00.

Fuente: Propia

4.3.4 Resultados del porcentaje de saturación del nivel de oxígeno disuelto en el mes de junio

En la Figura 41, 42, 43, 44 y 45, se puede evidenciar que la fuente de agua dulce presenta valores por debajo de lo que establece la tabla No 2 de criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, en donde el valor establecido es >80 el % de saturación.

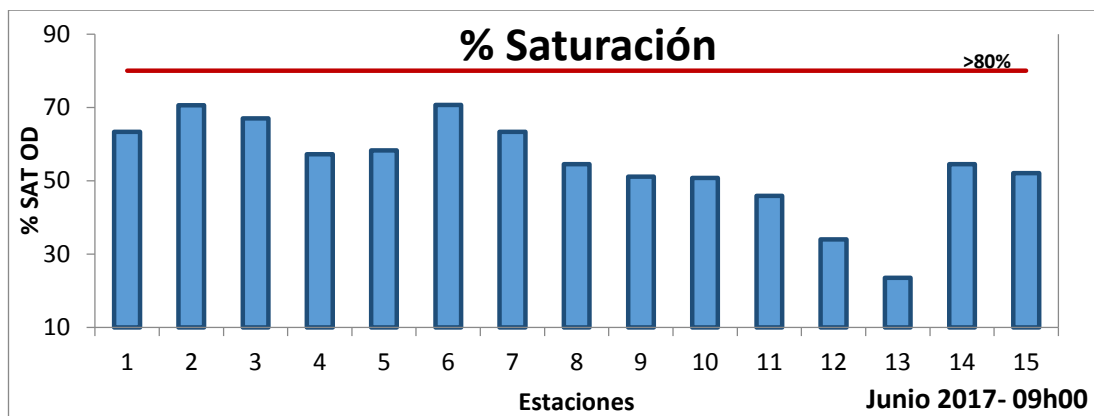


Figura 41 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 09h00.

Fuente: Propia

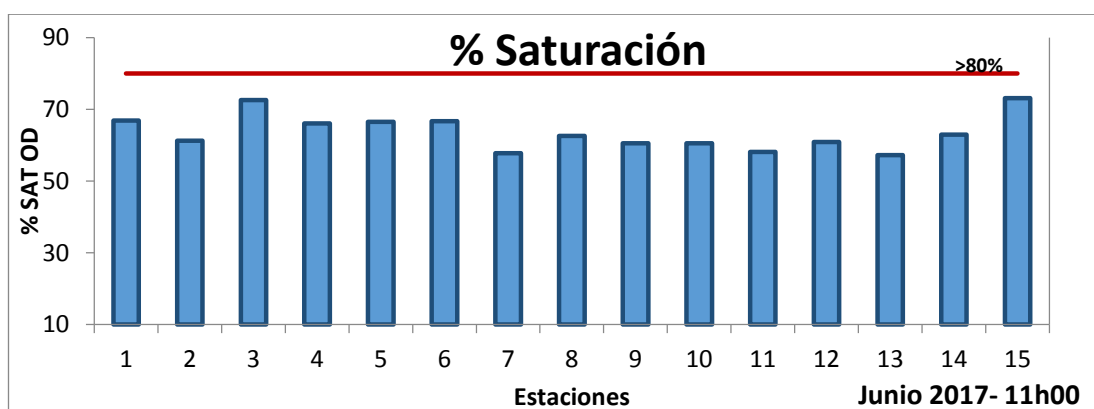


Figura 42 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 11h00.

Fuente: Propia



Figura 43 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 13h00.

Fuente: Propia



Figura 44 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 15h00.

Fuente: Propia

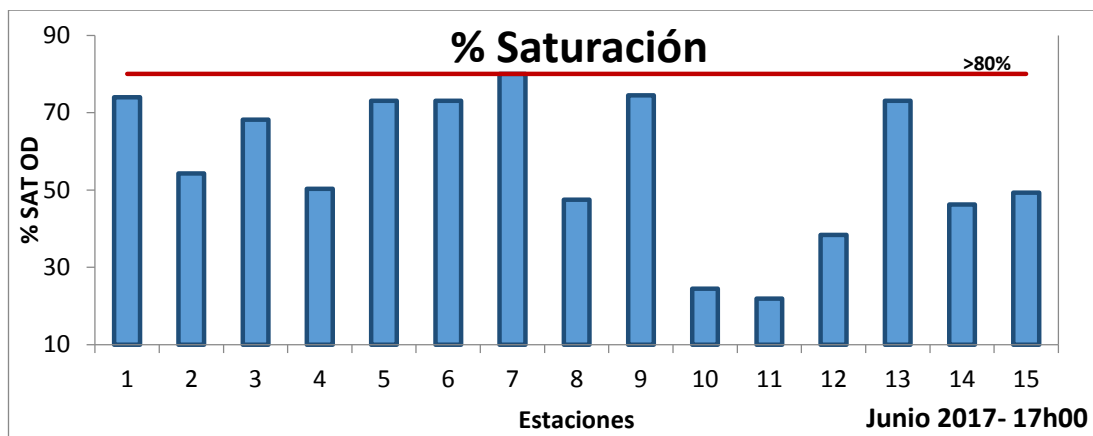


Figura 45 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Junio a las 17h00.

Fuente: Propia

4.3.5 Resultados del nivel de oxígeno disuelto en el mes de septiembre

En las figuras 46, 47, 48, 49 y 50, se expresan los resultados de la concentración del oxígeno disuelto en el mes de septiembre evaluados a las 09H00, 11H00, 13H00, 15H00 y 17H00 en los 15 puntos de la fuente de agua dulce, la ubicación de cada una de los puntos fue identificada mediante el equipo GPS en coordenadas geográficas UTM, los valores se encuentran debidamente tabulados en el anexo No 32. La fuente de agua dulce en el mes de septiembre presenta en todas las 15 estaciones valores inferiores de oxígeno disuelto a lo establecido en la tabla No 2 que establece un valor de 6.7 mg/Lt para el desarrollo normal de los ecosistemas de la fuente de agua dulce. Durante el monitoreo se determinó que el valor máximo de oxígeno disuelto se presentó en la estación No 6 con un valor de 5,89 mg/Lt y el valor mínimo se dio en la estación 12 con un valor de 1,92 mg/lit.

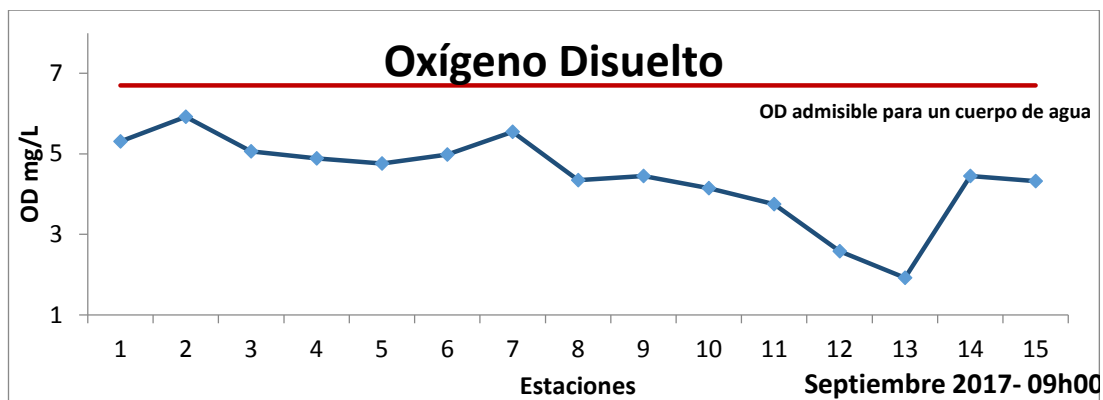


Figura 46 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 09h00.

Fuente: Propia

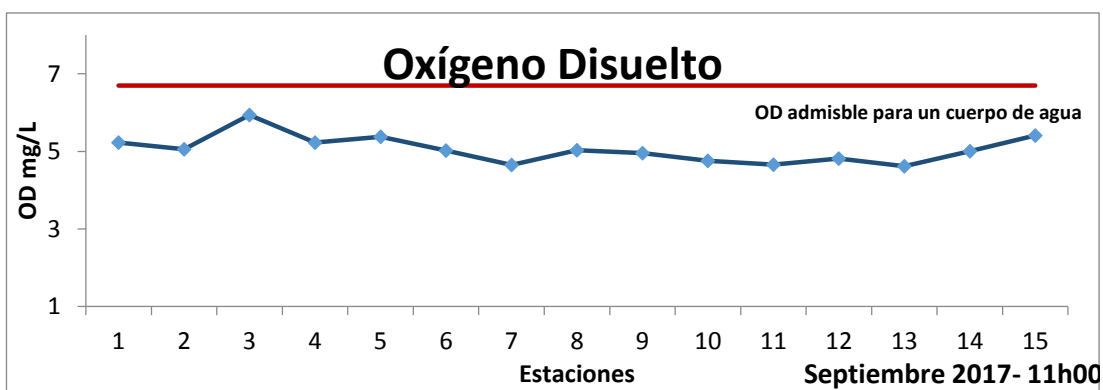


Figura 47 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 11h00.

Fuente: Propia

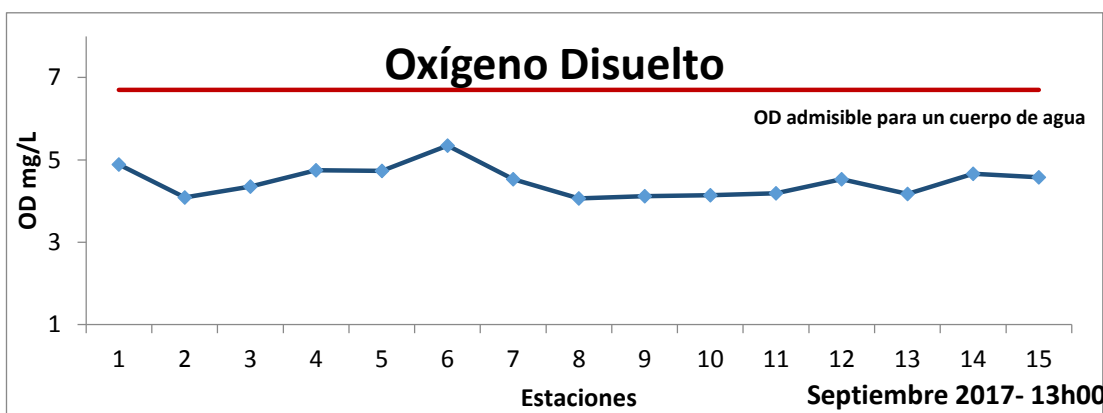


Figura 48 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 13h00.

Fuente: Propia

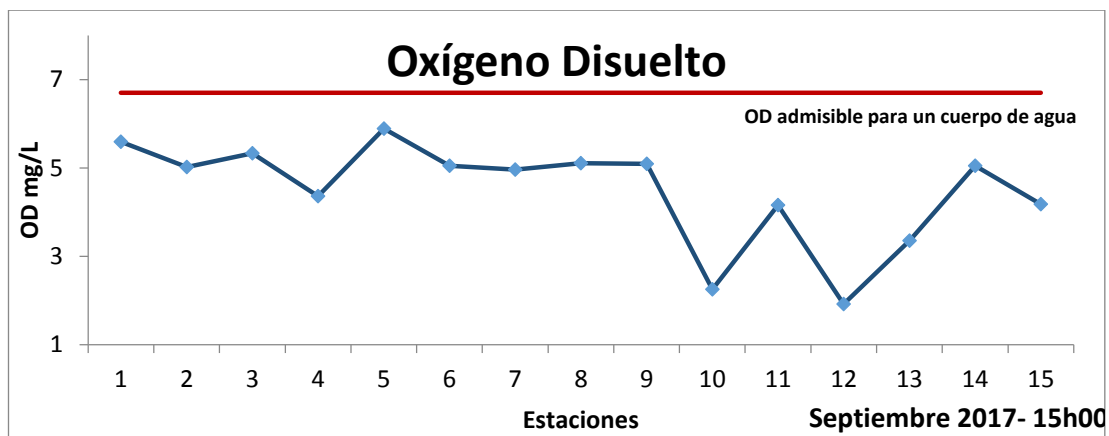


Figura 49 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 15h00.

Fuente: Propia

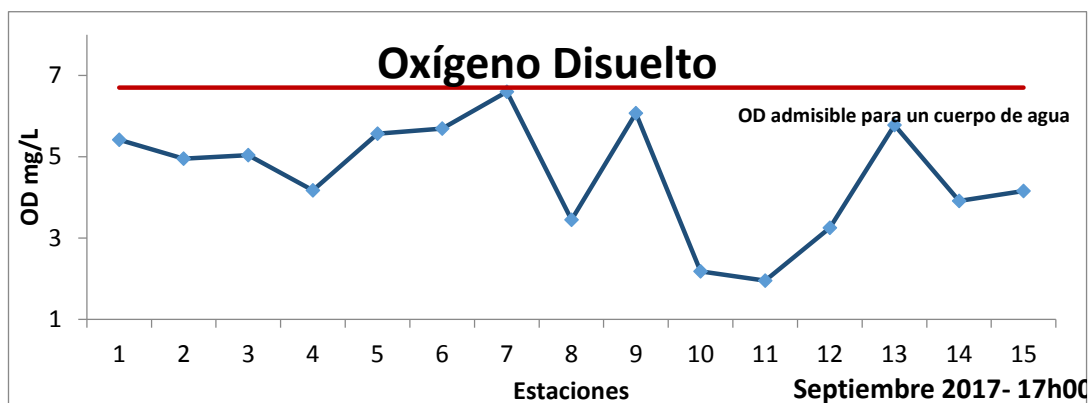


Figura 50 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 17h00.

Fuente: Propia

4.3.6 Resultados del porcentaje de saturación del nivel de oxígeno disuelto en el mes de septiembre

En la Figura 51, 52, 53, 54 y 55, se puede evidenciar que la fuente de agua dulce presenta valores por debajo de lo que establece la tabla No 2 de criterios de calidad

admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, en donde el valor establecido es >80 el % de saturación.

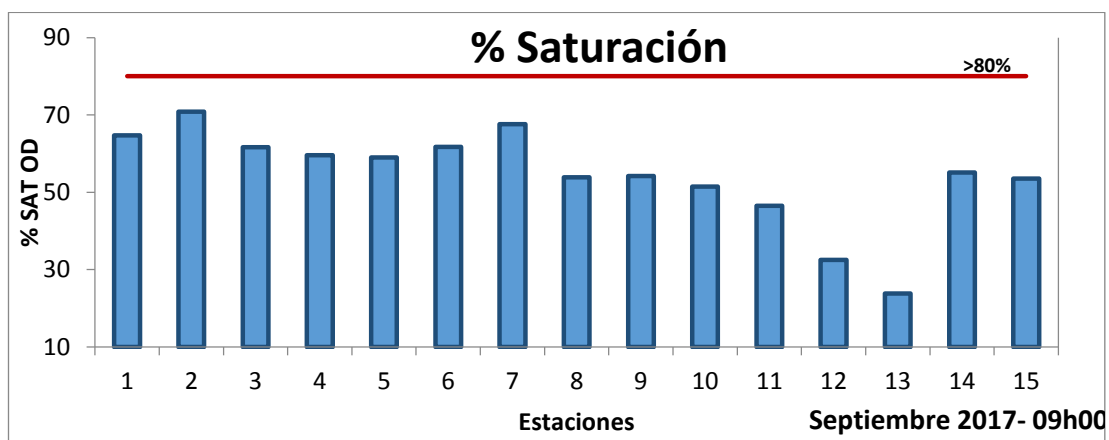


Figura 51 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 09h00.

Fuente: Propia

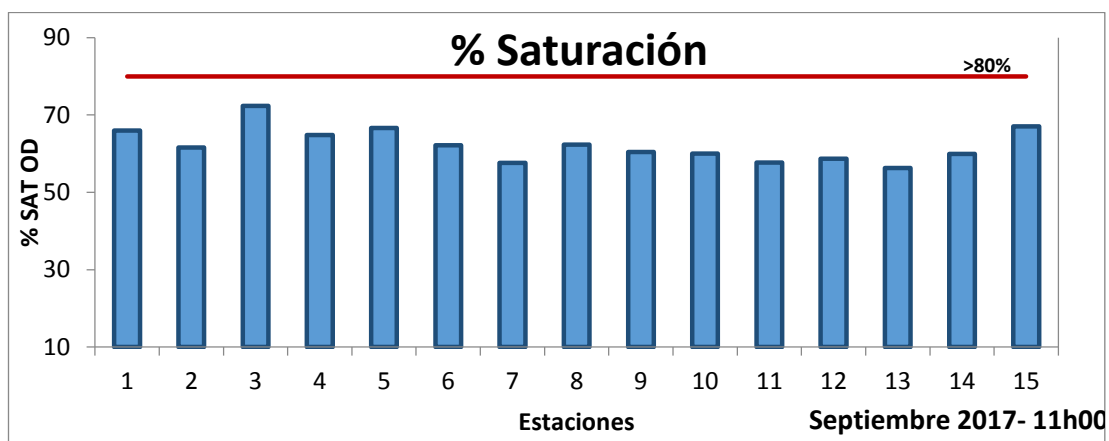


Figura 52 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 11h00.

Fuente: Propia

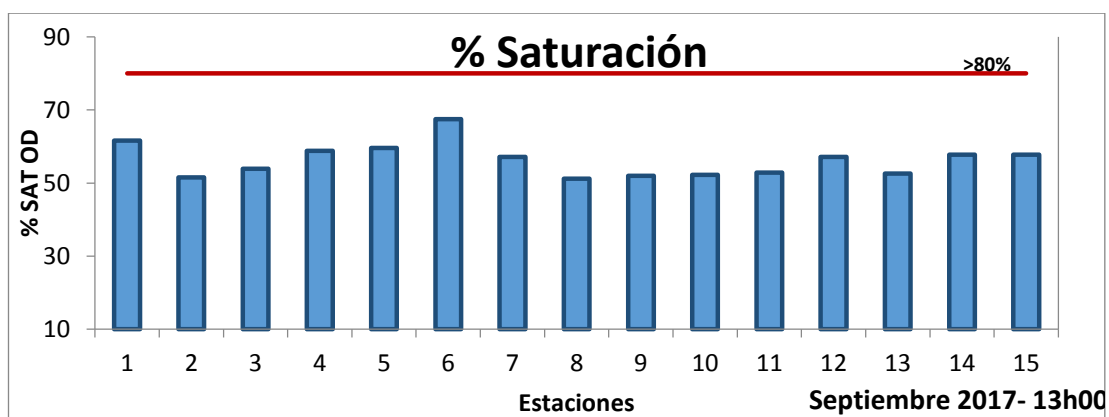


Figura 53 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 13h00.

Fuente: Propia

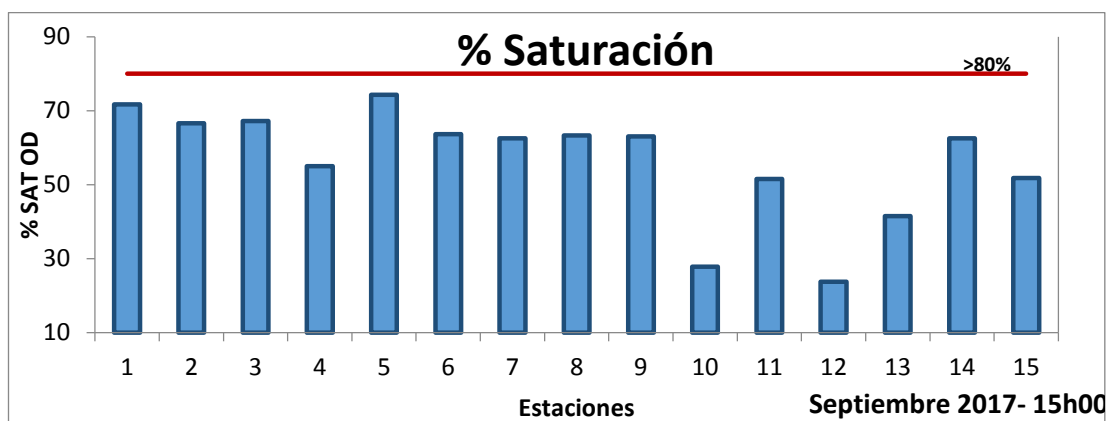


Figura 54 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a Las 15h00.

Fuente: Propia

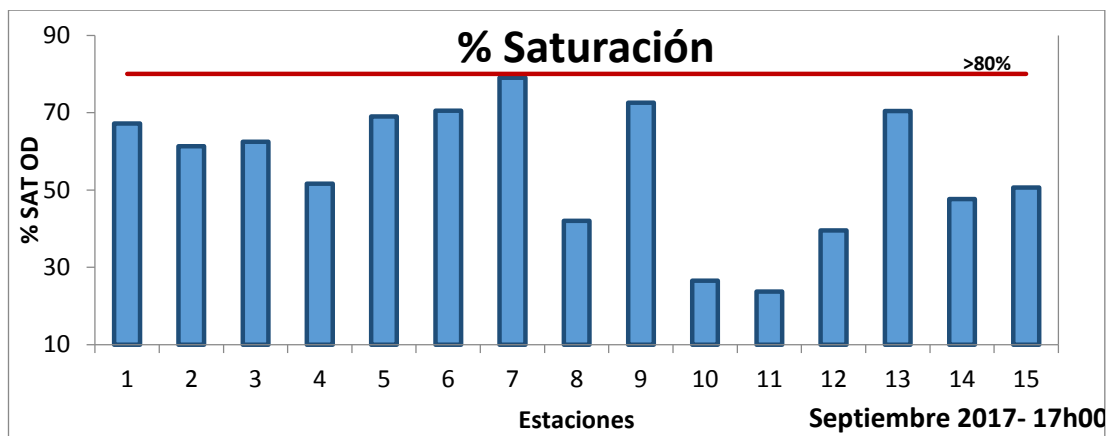


Figura 55 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Septiembre a las 17h00.

Fuente: Propia

4.3.7 Resultados del nivel de oxígeno disuelto en el mes de diciembre

En las figuras 56, 57, 58, 59 y 60, se expresan los resultados de la concentración del oxígeno disuelto en el mes de diciembre evaluados a las 09H00, 11H00, 13H00, 15H00 y 17H00 en los 15 puntos de la fuente de agua dulce, la ubicación de cada una de los puntos fue identificada mediante el equipo GPS en coordenadas geográficas UTM, los valores se encuentran debidamente tabulados en el anexo No 33.

El monitoreo en la fuente de agua dulce en el mes de diciembre presenta en 15 estaciones valores inferiores de oxígeno disuelto a lo establecido en el acuerdo ministerial 097-A, de los anexos del libro VI del TULSMA, Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes para el recurso agua en la tabla No 2, criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, en el que se establece un valor de $> 80 \%$ de saturación de OD, que

representa 6.7 mg/Lt, publicado en el registro oficial edición especial No 387, de fecha 4 de noviembre del 2015.

El valor máximo obtenido se lo encontró en la estación No 7 con un valor de 6,5 mg/Lt y el valor más bajo de oxígeno se encontró en la estación No 11, con un valor de 1,97 mg/Lt

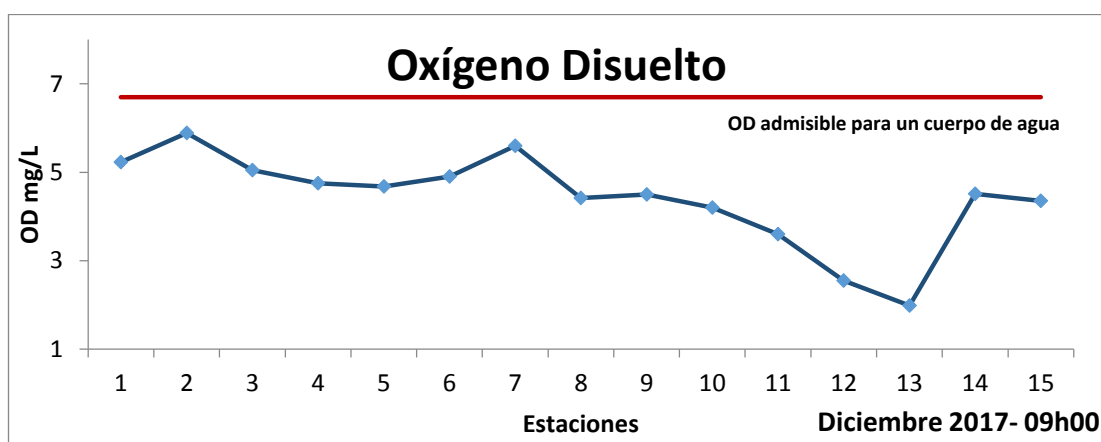


Figura 56 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 09h00.

Fuente: Propia

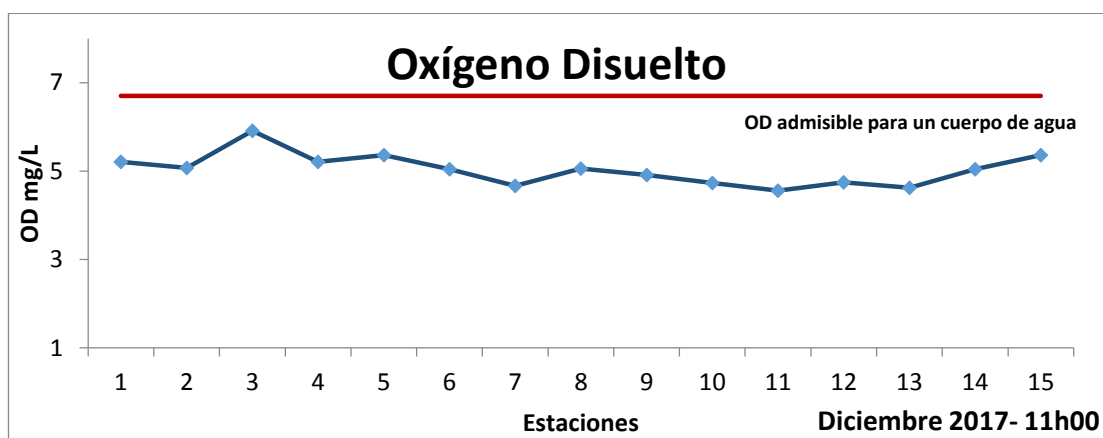


Figura 57 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 11h00.

Fuente: Propia

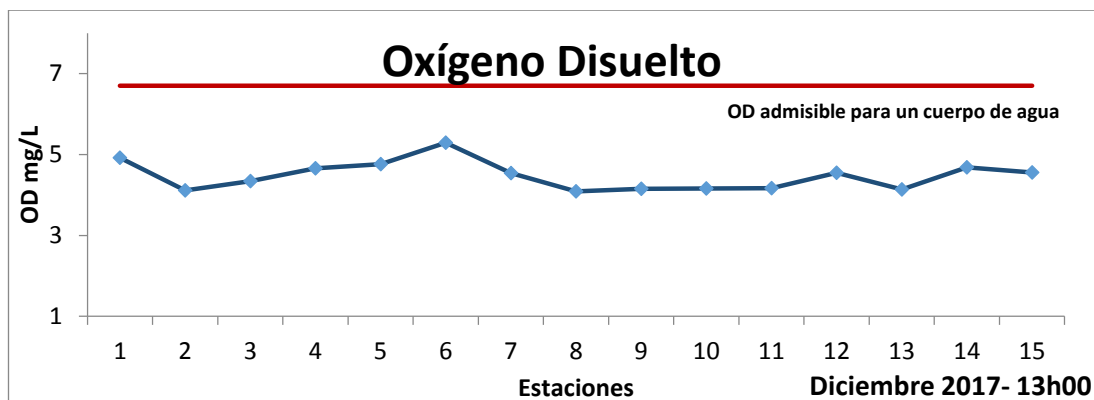


Figura 58 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 13h00.

Fuente: Propia

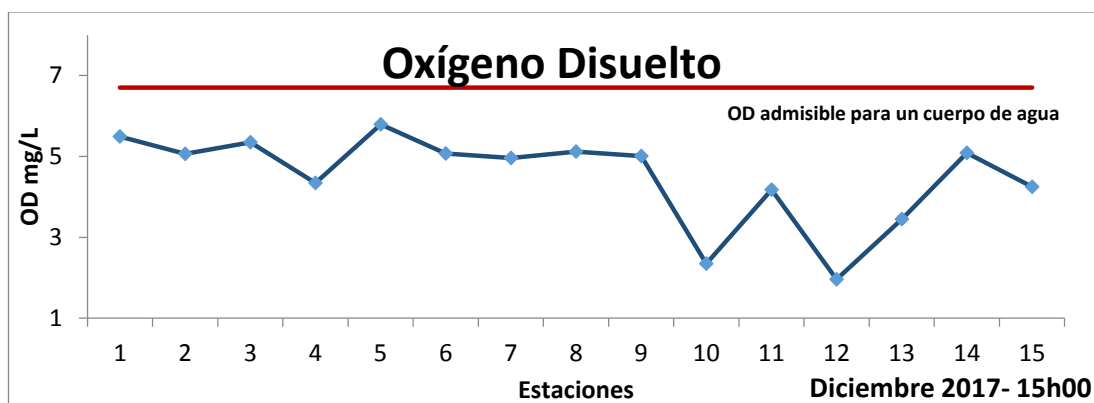


Figura 59 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 15h00.

Fuente: Propia

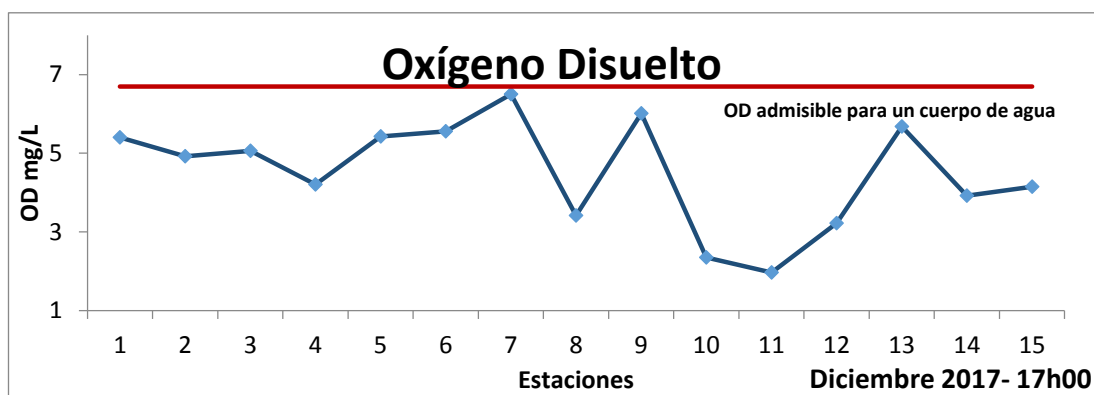


Figura 60 Concentración del Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 17h00.

Fuente: Propia

4.3.8 Resultados del porcentaje de saturación del nivel de oxígeno disuelto en el mes de diciembre

En la Figura 61, 62, 63, 64 y 65, se puede evidenciar que la fuente de agua dulce presenta valores por debajo de lo que establece la tabla No 2 de criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces, en donde el valor establecido es >80 el % de saturación.

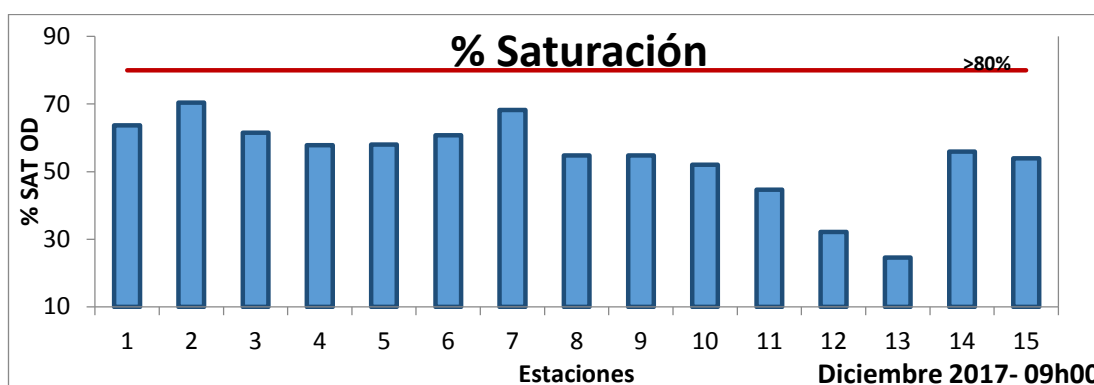


Figura 61 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 09h00

Fuente: Propia



Figura 62 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 11h00.

Fuente: Propia



Figura 63 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 13h00.

Fuente: Propia

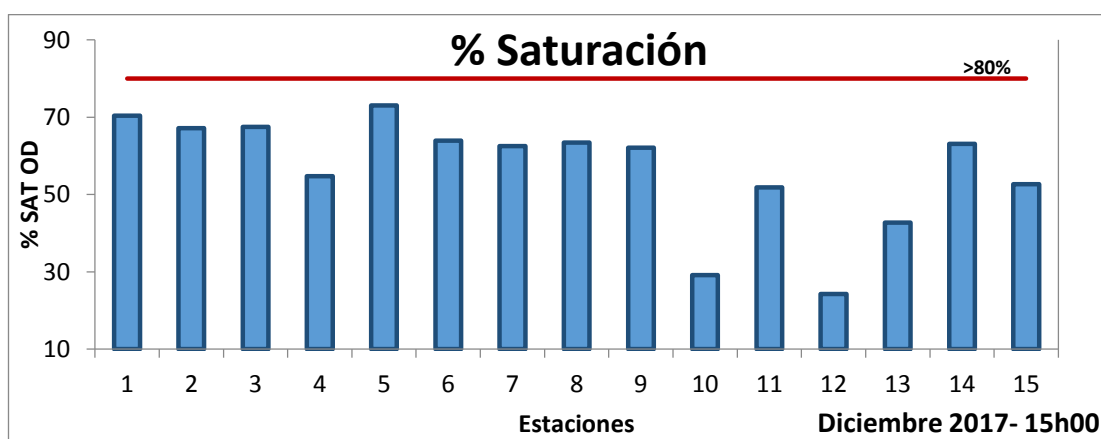


Figura 64 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 15h00.

Fuente: Propia



Figura 65 Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto en el Mes de Diciembre a las 17h00.

Fuente: Propia

4.4 Resultados de pruebas realizadas con la unidad de control

El sistema de control y recirculación en línea fue instalado en la unidad de análisis una vez que la empresa donde se realizaron las pruebas experimentales realizó algunos correctivos en el proceso de tratamiento de sus aguas residuales. Se monitoreo 3400 datos de oxígeno disuelto que corresponden a 38 corridas de 90 segundos cada una, en la figura 66 se observan cuatro ejemplos de corridas que se encuentran sobre y bajo del valor establecido como admisible de 6,7 mg/l, que permiten evidenciar el control. Los datos de las 38 corridas se encuentran en el anexo 37.

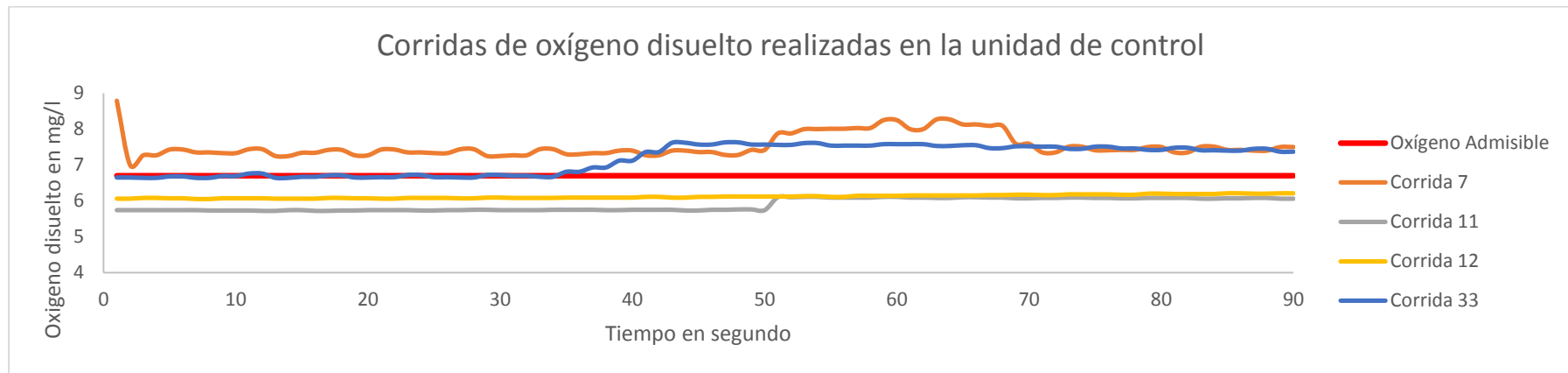


Figura 66 Corridas de Oxígeno Disuelto Realizadas en la Unidad de Control

Fuente: Propia

4.5 Resultados de la efectividad de la unidad de control.

El sistema de control y recirculación en línea fue instalado en la unidad de análisis para realizar pruebas de verificación de tiempo que le toma a la unidad de control en realizar las evaluaciones.

4.5.1 Tiempo requerido para evaluación interna

Se realizó un seguimiento para verificar el tiempo que tarda la empresa de manera interna en ejecutar la acción correctiva cuando el agua no cumple el parámetro de la descarga, el proceso de evaluación de la variable oxígeno disuelto usado fue de 70 minutos, este es el tiempo requerido para ejecutar la acción correctiva, la descripción de las actividades y el tiempo que tarda están descritas en la tabla 15.

Tabla 15 Proceso de Evaluación y Control Interno Realizado por la Empresa Actualmente

PROCESO DE EVALUACIÓN Y CONTROL INTERNO REALIZADO POR LA EMPRESA ACTUALMENTE			
No	ACTIVIDADES	TIEMPO QUE EJECUTA LA ACTIVIDAD (MINUTOS)	TIEMPO ACUMULADO (MINUTOS)
1	SELECCIÓN EQUIPO PARA TOMA DE MUESTRA	3	3
2	TRASLADO DE LABORATORIO A PUNTO DE MONITOREO	5	8

3	TOMA DE MUESTRA EN EL PUNTO DE LA DESCARGA	5	13
4	PRESERVAR LA MUESTRA	2	15
5	TRASLADO DE MUESTRA AL LABORATORIO	5	20
6	REALIZA EL ANALISIS DE LABORATORIO	30	50
7	ELABORA EL REPORTE	5	55
8	TRASLADO PARA ENTREGA DEL REPORTE	5	60
9	RECEPCIÓN DEL REPORTE	1	61
10	REVISA Y ANALIZA LOS RESULTADOS	1	62
11	SE TRASLADA A LA UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	5	67
12	TOMA DE ACCIÓN CORRECTIVA	7	70
TIEMPO TOTAL		70	
FRECUENCIA DE CONTROL		1 EVALUACIÓN CADA DOS HORAS	

Fuente: Propia

4.5.2 Tiempo requerido para evaluación externa

Se realizó un seguimiento para verificar el tiempo que tarda la empresa para ejecutar la acción correctiva cuando la evaluación de calidad es realizada de manera

externa. El tiempo total usado fue de 33 días, la descripción de las actividades y el tiempo que tarda están descritas en la tabla 16.

Tabla 16 Proceso de Evaluación y Control Externo Realizado por las Empresas a la Descarga de Aguas Residuales Actualmente

PROCESO DE EVALUACIÓN Y CONTROL EXTERNO REALIZADO POR LAS EMPRESAS A LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES ACTUALMENTE			
No	ACTIVIDADES	TIEMPO QUE TARDA EN EJECUTAR LA ACTIVIDAD.(DÍAS)	TIEMPO ACUMULADO (DÍAS)
1	PROCESO DE CONTRATACIÓN A UN LABORATORIO ACREDITADO PARA REALIZAR LA EVALUACIÓN DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL QUE GENERA LA EMPRESA	10	10
2	COORDINAR LA TOMA DE MUESTRA ENTRE EL LABORATORIO Y LA EMPRESA	1	11
3	REALIZACIÓN DEL MONITOREO	1	12
4	EVALUACIÓN DEL AGUA RESIDUAL	15	27
5	ELABORA EL REPORTE	3	30
6	PAGO DEL SERVICIO TÉCNICO AL LABORATORIO.	1	31
7	EL LABORATORIO ENTREGA EL REPORTE A LA EMPRESA	1	32

	EVALUADA		
12	EMPRESA TOMA ACCIÓN CORRECTIVA	1	33
TIEMPO TOTAL		33	
FRECUENCIA DE CONTROL		1 EVALUACIÓN AL MES	

Fuente: Propia

4.5.3 Tiempo requerido por la Autoridad Ambiental para el control.

Se realizó un seguimiento para verificar el tiempo que tarda la autoridad ambiental de aplicación responsable para ejecutar la acción de control al sector industrial, para que esta pueda proceder con la acción correctiva. El tiempo total usado fue de 88 días, la descripción de las actividades y el tiempo que tarda están descritas en la tabla 17.

Tabla 17 Proceso de Evaluación y Control Externo Realizado a las Empresas por la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable Actualmente

PROCESO DE EVALUACIÓN Y CONTROL EXTERNO REALIZADO A LAS EMPRESAS POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL DE APLICACIÓN RESPONSABLE ACTUALMENTE			
No	ACTIVIDADES	TIEMPO QUE TARDA EN EJECUTAR LA ACTIVIDAD(DÍAS)	TIEMPO ACUMULADO (DÍAS)

1	PROCESO DE CONTRATACIÓN PUBLICA A UN LABORATORIO ACREDITADO PARA REALIZAR LA EVALUACIÓN DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL QUE GENERA EL SECTOR INDUSTRIAL	30	30
2	ELABORACIÓN DE CRONOGRAMA DE MONITOREO	1	31
3	PUBLICACIÓN EN LA PRENSA DIFUNDIENDO EL NOMBRE DE LA EMPRESA SELECCIONADA PARA EJECUTAR EL CONTROL PARA QUE SE LEN LAS RESPECTIVAS FACILIDADES	5	36
4	MONITOREO	1	37
5	EVALUACIÓN DEL AGUA RESIDUAL	15	52
6	ELABORA EL REPORTE	3	55
7	PAGO DEL SERVICIO DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA EMPRESA EVALUADA AL LABORATORIO EVALUADOR	1	56
8	ENTREGA EL REPORTE EL LABORATORIO A LA EMPRESA EVALUADA	1	57
9	EMPRESA ENTREGA EL REPORTE DEL LABORATORIO A LA AUTORIDAD AMBIENTAL	5	62
10	AUTORIDAD AMBIENTAL RECEPTA	5	67

	INFORME, ANALIZA LOS RESULTADOS		
11	AUTORIDAD AMBIENTAL ELABORA INFORME TÉCNICO	5	72
12	AUTORIDAD AMBIENTAL ENTREGA A LA EMPRESA LA CONFORMIDAD O NO CONFORMIDAD DEL INFORME	15	87
13	EMPRESA TOMA ACCIÓN CORRECTIVA	1	88
TIEMPO TOTAL		88	
FRECUENCIA DE CONTROL		1 AL AÑO	

Fuente: Propia

4.5.4 Tiempo requerido por la propuesta de control en línea.

Se realizó múltiples corridas con la finalidad de determinar el tiempo que tarda el sistema mixto de control y recirculación en línea para poder realizar la evaluación de calidad, informar a todos los interesados y ejecutar la acción correctiva para evitar la contaminación de la fuente de agua. El tiempo total usado fue de 2 segundos, la descripción de las actividades y el tiempo que tarda están descritas en la tabla 18.

Tabla 18 Proceso del Sistema de Control Propuesto

PROCESO DEL SISTEMA DE CONTROL PROPUESTO		
No	ACTIVIDADES	TIEMPO

1	EVALUACIÓN DE LA VARIABLE OXÍGENO DISUELTO	1 SEGUNDO
2	REGISTRO DE INFORMACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA LÍNEA DE DESCARGA	
3	TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN A FUNCIONARIO TÉCNICO DE LA EMPRESA, Y A LA AUTORIDAD AMBIENTAL DE APLICACIÓN RESPONSABLE.	
4	TOMA DE ACCIÓN CORRECTIVA	1 SEGUNDO
TIEMPO TOTAL		2 SEGUNDOS
FRECUENCIA DE CONTROL		1 EVALUACIÓN CADA DOS SEGUNDOS

Fuente: Propia

4.6 Comprobación de las Hipótesis

Las Hipótesis de la investigación establecida en la matriz de consistencia lógica (anexo 10) para el estudio realizado son tres, así tenemos:

4.6.1 Hipótesis 1

La primera hipótesis de investigación indica que la descarga de aguas residuales industriales no cumple con el valor límite permisible para la demanda bioquímica de oxígeno y por lo tanto contamina la fuente de agua.

Primero se definieron los estadísticos descriptivos de la variable DBO_5 que fueron los siguientes:

Media: 217,1 mg/l

Desviación Estándar: 39,82 mg/l

N: 90 muestras

Estadística descriptiva

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
90	217,12	39,82	4,20	210,14

μ : media de DBO_5

Estadística Inferencial

Primero se verifico la normalidad de los datos, para lo cual se realizó la prueba estadística de Normalidad Kolmogorov-Smirnov, teniendo en cuenta que:

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 90$$

Se consideró para la prueba de normalidad de los datos, la siguiente hipótesis:

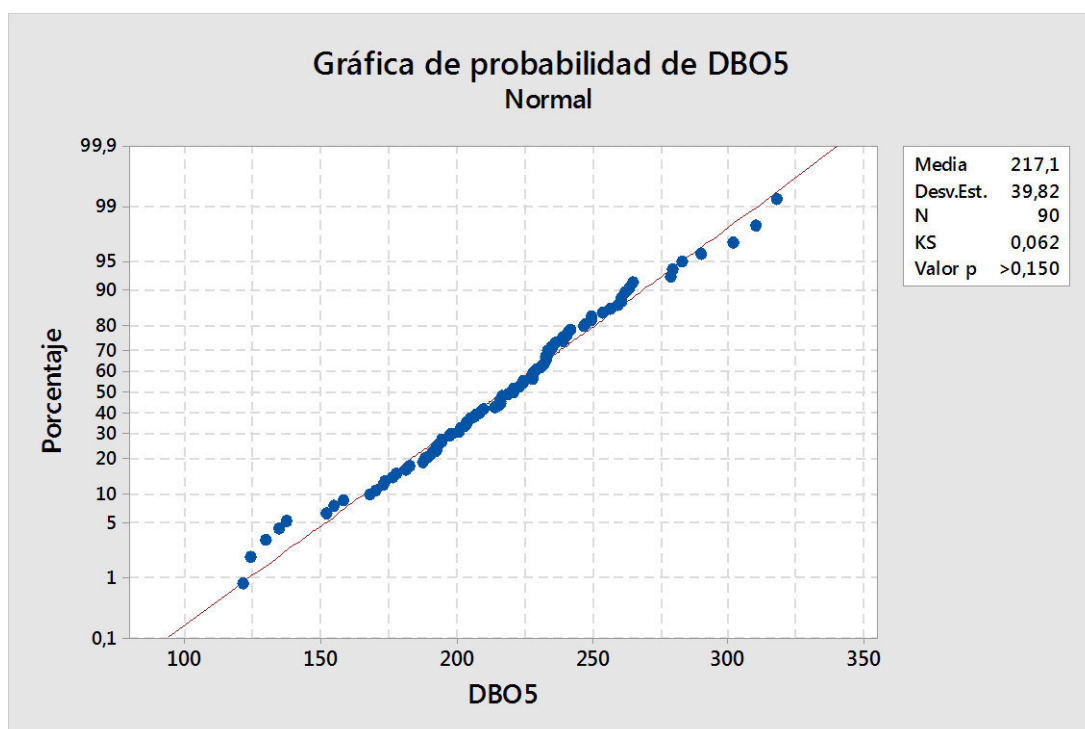
H_0 : La variable DBO_5 , puede ser modelada como una variable normal $X-N$
(217,1; 39,82²)

H_1 : La variable DBO_5 , no puede ser modelada como una variable normal $X-N$
(217,1; 39,82²)

La prueba de normalidad de los datos, mediante la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov, presentó los siguientes resultados:

$$K_s: 0,062$$

$$\text{Valor } P: > 0,150$$



Con los resultados obtenidos podemos indicar que existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula, y rechazar la hipótesis alterna. Por lo tanto, podemos establecer que los datos tomados, son considerados normales.

Una vez comprobado la normalidad de los datos, procedemos a verificar la hipótesis estadística que indica:

H_0 : Que la descarga del agua residual cumple con el valor límite permisible para la demanda bioquímica de oxígeno, que es igual o menor a 100 mg/l.

H_1 : Que la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno es mayor a 100 mg/l.

$$H_0: \mu \leq 100$$

$$H_1: \mu > 100$$

Para lo cual vamos a utilizar la prueba estadística T de una muestra, usamos el siguiente estadístico de prueba:

$$T = \frac{\bar{x} - \mu_1}{S/\sqrt{n}}$$

Los datos usados fueron los siguientes:

$$\bar{x}: 217.12$$

$$\mu_1=100$$

$$\alpha= 0.05$$

$$S= 39,8$$

$$n= 90$$

Resultados de Prueba

Hipótesis nula	$H_0 : \mu \leq 100$
Hipótesis alterna	$H_1 : \mu > 100$
Valor T	Valor p
27,90	0,000

Los resultados de la prueba estadística indican que el valor de T es igual a 27,90; el valor p se encuentra en 0,000, por lo cual se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa concluyendo que existe suficiente evidencia estadística para inferir que la concentración media de demanda bioquímica de oxígeno es mayor a 100 mg/lit y por lo tanto las descargas residuales de agua no cumplen los límites

permisibles de la demanda bioquímica de oxígeno contaminando la fuente de agua dulce de la cual se capta el agua para la potabilización.

4.6.2 Hipótesis 2

La segunda hipótesis dice: La implementación de un sistema mixto de control y recirculación en línea asegura los niveles de Oxígeno Disuelto en la descarga del agua residual industrial.

4.6.2.1 Línea de Experimentación

En la línea de experimentación se prueba que: La implementación de un sistema mixto de control y recirculación en línea asegura los niveles de Oxígeno Disuelto en la descarga del agua residual industrial.

Luego de instalar el sistema de control experimental en la línea 1, se realizó las estadísticas descriptivas de mediciones de caudal de la descarga con la respectiva concentración de oxígeno disuelto en 136 mediciones, teniendo los siguientes resultados de estadísticas descriptivas:

Estadísticas Descriptivas:

Variable	Conteo total	Media	Desv.Est.	Mediana
Caudal Salida m3/seg unidad exp	136	0,001762	0,002148	0,000000

Los resultados obtenidos de la estadística Descriptiva son:

Media: 0,001762 m³/seg

Desviación Estándar: 0,002148

Mediana: 0,00

n: 136 mediciones

Estadística Inferencial:

Luego fue necesario verificar que los datos de la muestra son normales, para lo cual se realizó la prueba estadística de Normalidad Kolmogorov-Smirnov, teniendo en cuenta que:

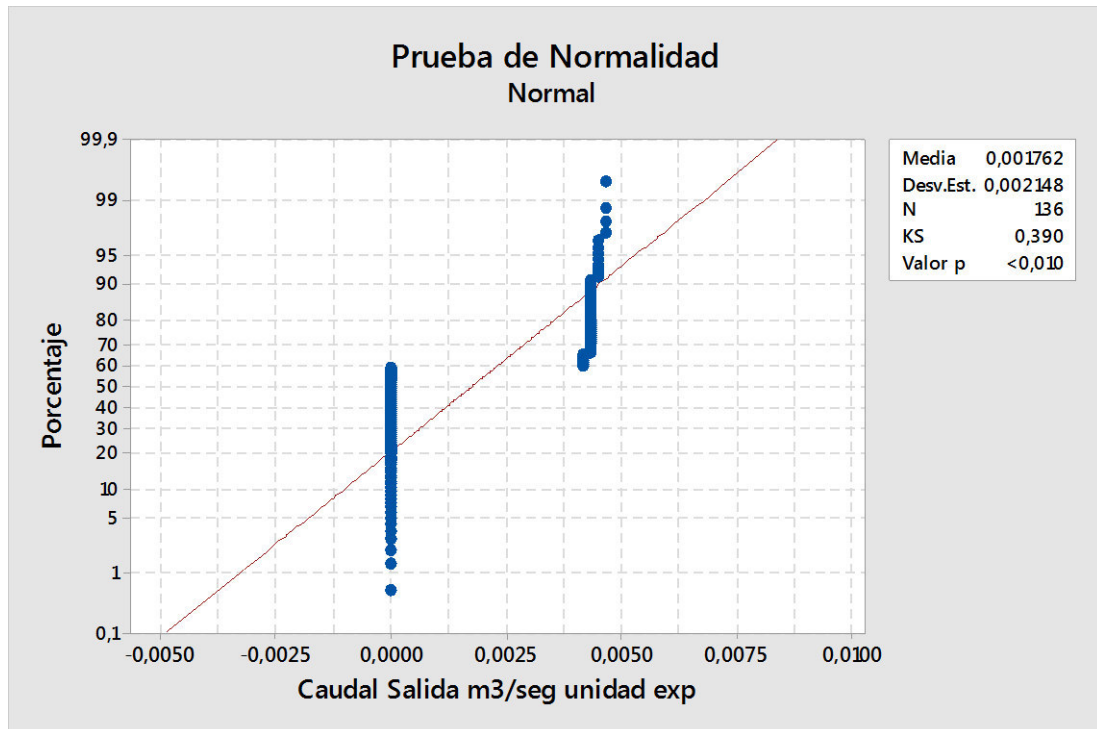
$\alpha = 0.05$

n= 136

Se consideró para la prueba de normalidad de los datos, la siguiente hipótesis:

H₀: La variable caudal, puede ser modelada como una variable normal

H₁: La variable caudal, no puede ser modelada como una variable normal



Los resultados obtenidos en la prueba de normalidad indican que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, en favor de la hipótesis alterna. Por lo cual se estableció que los datos tomados son considerados no normales.

Una vez comprobado la normalidad de los datos, y reconociendo que se trata de datos considerados no normales, procedemos a utilizar la estadística no paramétrica prueba de signo, para verificar si la mediana de una muestra difiere de un valor especificado:

La hipótesis estadística indica:

H_0 : En la línea de experimentación, el caudal es igual o mayor a $0.004 \text{ m}^3/\text{seg}$.

H_1 : En la línea de experimentación, el caudal es menor que a $0.004 \text{ m}^3/\text{seg}$.

$$H_0: \tilde{u}_1 \geq 0.004$$

$$H_1: \tilde{u}_1 < 0.004$$

Datos:

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 136$$

Los resultados de Minitab para esta prueba estadística se muestran a continuación:

Resultados de la Prueba

Hipótesis nula $H_0: \tilde{u}_1 \geq 0.004$

Hipótesis alterna $H_1: \tilde{u}_1 < 0.004$

Muestra	Número<0,004	Número=0,004	Número>0,004	Valor p
Caudal Salida m3/seg unidad experimental	81	0	55	0,016

En función de los resultados obtenidos se puede establecer que el valor p obtenido es de 0,016, menor a 0.05, el valor de significancia; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, en favor de la hipótesis alternativa.

Esto se explica, porque existen datos que no se encuentran con el valor de concentración admisible de Oxígeno Disuelto y la unidad mixta de control y recirculación en línea está haciendo la operación de control esperada.

4.6.2.2 Línea de Control

En la línea de control, la línea No 2, se realizó las estadísticas descriptivas de mediciones de caudal de la descarga con la respectiva concentración de oxígeno disuelto en 136 mediciones, teniendo los siguientes resultados de estadísticas descriptivas:

Estadística Descriptiva

Variable	Conteo total	Media	Desv.Est.	Mediana
Caudal Salida m3/seg unidad con	136	0,004347	0,000114	0,004333

Los resultados obtenidos de la estadística Descriptiva son:

Media: 0,004347 m³/seg

Desviación Estándar: 0,000114

Mediana: 0,004333

n: 136 mediciones

Estadística Inferencial:

Luego fue necesario verificar que los datos de la muestra son normales, para lo cual se realizó la prueba estadística de Normalidad Kolmogorov-Smirnov, teniendo en cuenta que:

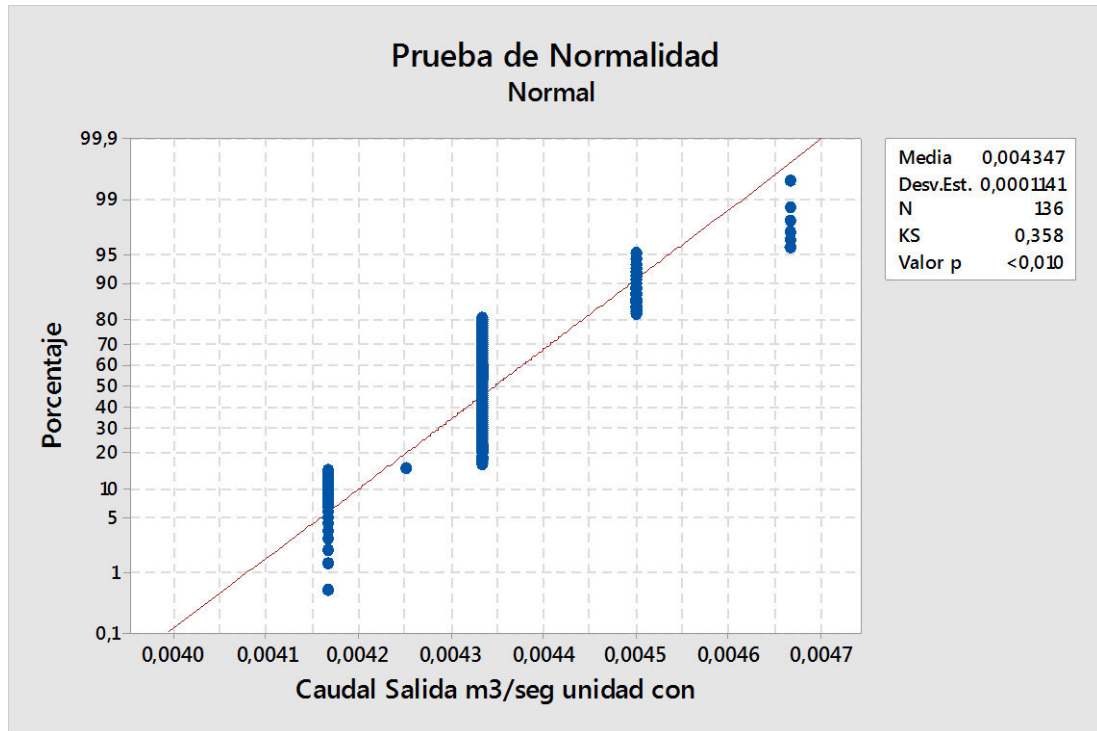
$\alpha = 0.05$

n= 136

Se consideró para la prueba de normalidad de los datos, la siguiente hipótesis:

H_0 : La variable caudal, puede ser modelada como una variable normal

H_1 : La variable caudal, no puede ser modelada como una variable normal



Los resultados obtenidos indican que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, en favor de la hipótesis alterna. Por lo cual se estableció que los datos tomados, son considerados no normales.

Una vez comprobado la normalidad de los datos, y reconociendo que se trata de datos considerados no normales, procedemos a utilizar estadística no paramétrica prueba de signo, para verificar si la mediana de una muestra difiere de un valor especificado:

La hipótesis estadística indica:

H_0 : En la línea de control, el caudal es igual o mayor a 0.004 m³/seg.

H_1 : En la línea de control, el caudal es menor que a 0,004 m³/seg.

$$H_0: \tilde{u}_2 \geq 0.004$$

$$H_1: \tilde{u}_2 < 0.004$$

Datos:

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 136$$

Los resultados de Minitab para esta prueba estadística se muestran a continuación:

Resultados de la Prueba

Hipótesis nula $H_0: \tilde{u}_2 \geq 0.004$

Hipótesis alterna $H_1: \tilde{u}_2 < 0.004$

Muestra	Número<0,004	Número=0,004	Número>0,004	Valor p
Caudal Salida m3/seg unidad con	0	0	136	1,000

En función de los resultados obtenidos se puede establecer que el valor p obtenido es de 1,00, que es mayor a 0.05, el valor de significancia; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, rechazando la hipótesis alternativa.

Esto se explica, porque independientemente de la concentración de Oxígeno Disuelto que el agua residual tenga, cumpla o no cumpla con el nivel admisible de 6,7 mg/Lt, es descargada hacia la fuente.

4.6.3 Hipótesis 3

La tercera hipótesis de la investigación establecida en la matriz de consistencia lógica menciona: El sistema mixto de control y recirculación de evaluación de Oxígeno Disuelto en línea permitirá a la Autoridad Ambiental identificar de inmediato la calidad del efluente.

Primero se realizó la estadística descriptiva cuyos resultados son los siguientes:

Estadística Descriptiva

				Error
				estándar de
Muestra	N	Media	Desv.Est.	la media
Línea de Experimentación	12	0,01658	0,00193	0,00056
Línea de Control	12	83897	4117	1189

Los resultados de la estadística descriptiva indican que el tiempo que tarda en llegar el informe a la autoridad ambiental en la línea de control es:

Media: 83897

Desviación Estándar: 4117

n: 12

Los resultados obtenidos indican que el tiempo que tarda en llegar el informe a la autoridad ambiental en la línea de experimentación es:

Media: 0,01658

Desviación Estándar: 0,00193

n: 12

Luego fue necesario verificar que los datos de la muestra son normales, para lo cual se realizó la prueba estadística de Normalidad Kolmogorov-Smirnov, teniendo en cuenta que:

$\alpha = 0.05$

n= 12

Se consideró para la prueba de normalidad de los datos en la línea de control, la siguiente hipótesis:

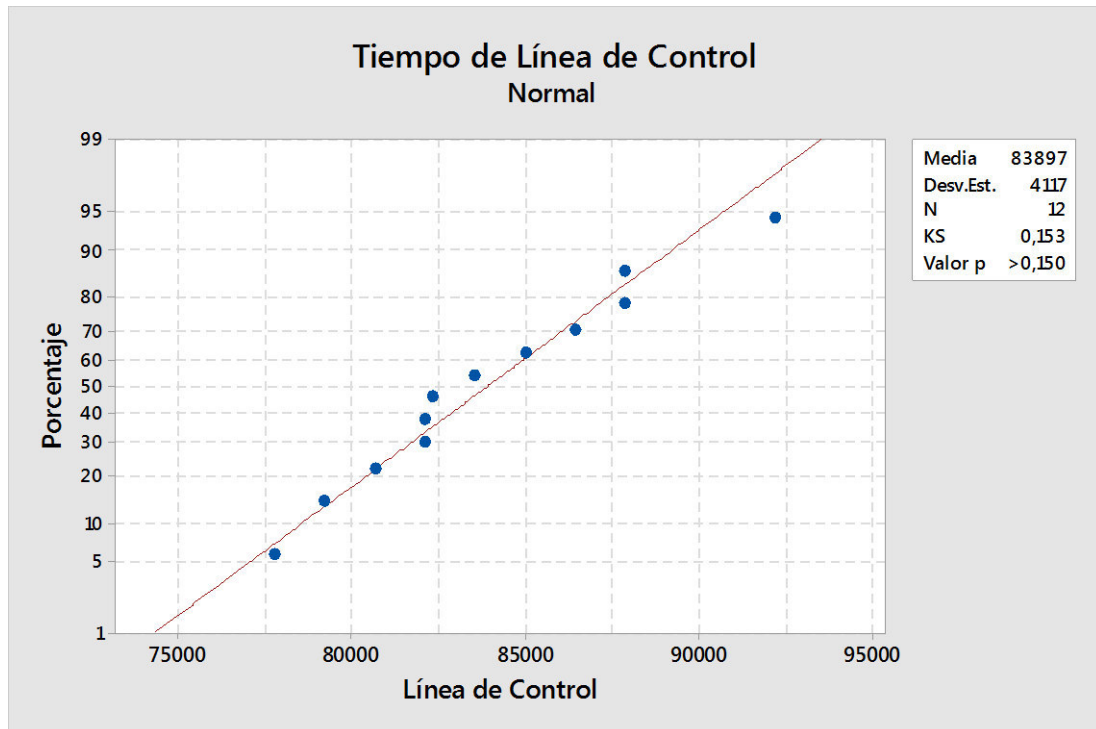
H_0 : La variable tiempo, puede ser modelada como una variable normal X-N
(83897; 4117²)

H_1 : La variable tiempo, no puede ser modelada como una variable normal X-N
(83897; 4117²)

La prueba de normalidad de los datos, mediante la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov, presentó los siguientes resultados:

Ks: 0,153

Valor P: > 0,150



Con los resultados obtenidos podemos indicar que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, en favor de la hipótesis alterna. Por lo que se estableció que los datos tomados, son considerados no normales, pero se observa que el valor de K_s , está dentro de la región de incertidumbre, por lo que se asume que los datos son normales.

Para la determinación de la normalidad de los datos obtenidos en la línea del experimento.

Se consideró para la prueba de normalidad de los datos, la siguiente hipótesis:

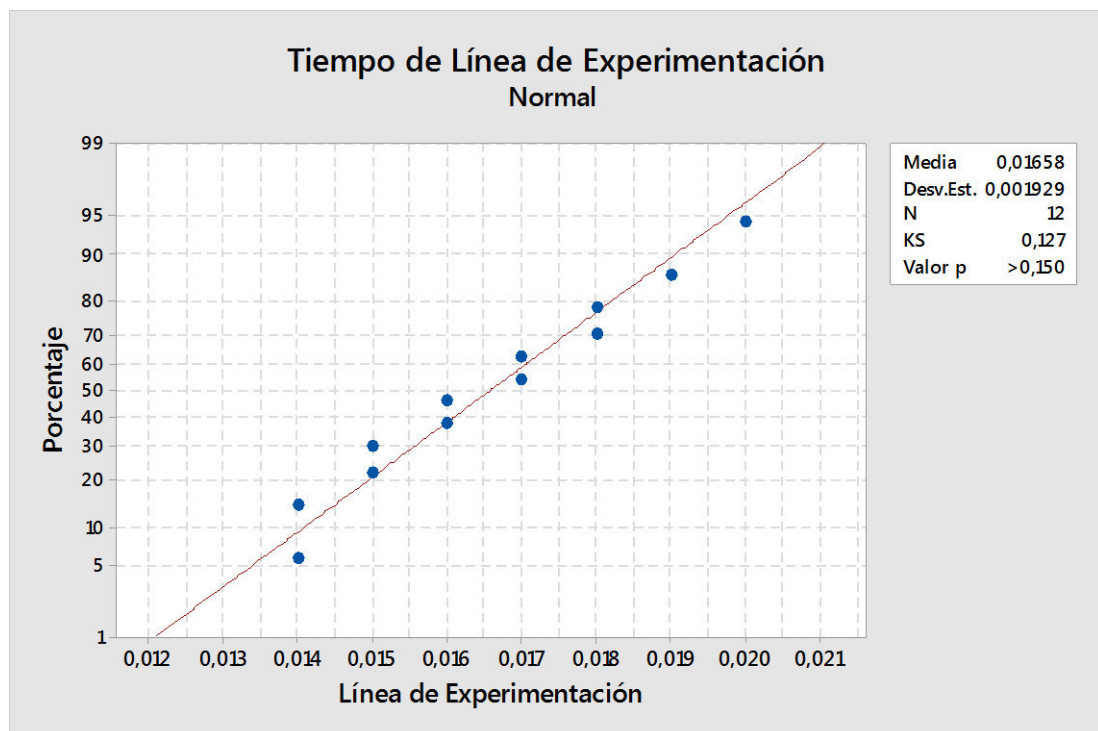
H_0 : La variable tiempo, puede ser modelada como una variable normal $X-N(0,01658; 0,00193^2)$

H_1 : La variable tiempo, no puede ser modelada como una variable normal $X-N(0,01658; 0,00193^2)$

La prueba de normalidad de los datos, mediante la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov, presentó los siguientes resultados:

Ks: 0,127

Valor P: > 0,150



Con los resultados obtenidos podemos indicar que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, en favor de la hipótesis alterna. Por lo se estableció que los datos tomados, son considerados normales.

Una vez comprobado la normalidad de los datos, y como la varianza es desconocida nos queda dos formas de hacerlo y para reconocer el método que

debemos aplicar realizamos la prueba Fisher para ver la igualdad de varianza. Para lo cual planteamos las siguientes hipótesis con un valor de α igual a 0,05

$$H_0: U_1 - U_2 = 0$$

$$H_1: U_1 - U_2 > 0$$

Considerando que las varianzas son iguales y considerando un valor de α igual a 0,05, planteamos las siguientes hipótesis:

$$H_0: \delta_1^2 = \delta_2^2$$

$$H_1: \delta_1^2 \neq \delta_2^2$$

Aplicamos el método de estadística Fisher.

$$F = S_1^2 / S_2^2$$

Obteniendo los siguientes resultados de la prueba:

Resultado de Pruebas

Estadística		
Método	de prueba	Valor p
F	0,00	0,000

En virtud de que valor p es menor que 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, con lo cual precisamos que las variaciones son desiguales.

Procedemos finalmente a verificar la hipótesis estadística con la prueba estadística T cuya ecuación es la siguiente:

$$T = \frac{(X_A - X_B) - (\mu_A - \mu_B)}{\sqrt{S_A^2/n_A + S_B^2/n_B}}$$

La hipótesis estadística indica:

H_0 : Que el tiempo en el que se obtiene la información de los resultados en la línea de experimentación es igual al tiempo en la que se obtiene los resultados en la línea de control, la que no presenta el sistema de control.

H_1 : Que la línea de experimentación informa los resultados en un tiempo menor que en la línea de control.

$$H_0: t_1 = t_2$$

$$H_1: t_1 < t_2$$

Datos:

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 12$$

Resultados de Prueba

$$\text{Hipótesis nula} \quad H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$\text{Hipótesis alterna} \quad H_1 : \mu_1 - \mu_2 < 0$$

Valor T	GL	Valor p
-70,59	11	0,000

Como podemos observar al ser el valor p menor a 0,05 la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alterna se acepta, por lo cual se establece que el tiempo 1, el tiempo de entrega de información a la Autoridad Ambiental en la línea de experimentación es menor, que el tiempo de entrega de la información de los resultados a la Autoridad Ambiental en la línea de control.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN EN LÍNEA PARA CONTROLAR EL AGUA RESIDUAL

En el presente capítulo se procede a realizar el análisis económico de la - implementación de un sistema de evaluación en línea para controlar la descarga de agua residual de una empresa desde la perspectiva del ahorro en los costos de producción que se generarían producto de la implementación de mencionado sistema.

Tal como ya se mencionó en los capítulos anteriores, dentro de los costos de producción de las empresas industriales se debe tomar en cuenta los costos asociados a evaluación de la calidad del agua residual que se descarga hacia fuentes de agua dulce, toda vez que es necesario que las empresas industriales cumplan con los estándares medioambientales mínimos en el tratamiento de sus residuos.

En este sentido, en primer lugar, se procederá a detallar los costos de producción en los cuales incurriría una empresa industrial medioambientalmente responsable en la valoración de la calidad de su agua residual, en caso de no haberse realizado la presente investigación, y por ende el desarrollo del sistema de evaluación en línea.

Posteriormente, se procederá a detallar la inversión asociada a mencionado sistema y a la reducción de los costos de producción generados por la misma.

Por último, se procederá a realizar el análisis económico de la implementación de la misma con el fin de evaluar su viabilidad económica.

5.1 Costos de operación estándar asociados a la valoración de la calidad del agua residual que se descarga hacia fuentes de agua dulce.

Una empresa industrial medioambientalmente responsable debe realizar una valoración de sus aguas residuales con una frecuencia mínima de cada 2 horas. Con el fin de realizar dicha valoración, la empresa debe recurrir a un laboratorio para los respectivos análisis.

En esta investigación se utilizó el parámetro de oxígeno disuelto en la valoración de la calidad del agua residual industrial, siendo el costo aproximado por el análisis de dicho parámetro en un laboratorio acreditado de USD 61.6 considerando el IVA.

Por lo tanto, los costos asociados a la valoración de aguas residuales anuales serían aproximadamente de USD. 177,408, el cálculo de la misma se detalla a continuación:

Tabla 19 Costo Anual de Valoración de Aguas Residuales

Descripción	Monto
Costo de la muestra de laboratorio (a)	USD 61.6
Frecuencia (cada 2 horas)	12 por día
Costo diario (b)=(a x12)	USD 739
Costo mensual (c) = (b x 20 días)	USD 14,784
Costo anual (d) = (c x 12 meses)	USD 177,408

Fuente: Propia

Considerando que el sistema de evaluación de aguas residuales propuesta en la presente investigación, tiene un periodo de vida de aproximadamente de 10 años, se procedió a estimar los costos que incurriría una empresa industrial en la valoración de aguas residuales en dicho periodo.

Al respecto, de acuerdo a lo señalado por la teoría económica-financiera, los costos de operación se incrementarán como mínimo al porcentaje del incremento de precios del país en el cual se desarrolla las actividades, es decir a la tasa de inflación de dicho país.

Dado que el ámbito de la presente investigación corresponde a empresas domiciliadas en el Ecuador, se procedió a obtener la tasa de inflación esperada por los siguientes 10 años de dicho país.

Al respecto, se consideró adecuado tomar las tasas de inflación esperada para el Ecuador proporcionada por el Fondo Monetario Internacional, el mismo que se detalla a continuación:

Tabla 20 Tasa de Inflación Esperada para el Ecuador

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Tasa de inflación esperada	1.36%	1.53%	1.65%	1.69%	1.77%

Fuente: Fondo Monetario Internacional

Por los 5 años restantes (2024-2028), se consideró adecuado tomar la inflación esperada al 2023, dado que es el mejor aproximado con el que se cuenta actualmente.

En base a dichos estimados se procedió a proyectar los costos en los cuales incurriría una empresa industrial en la valoración de la calidad del agua residual que se descarga hacia fuentes de agua dulce. El mismo que se detalla a continuación:

Tabla 21 Costos de Valoración en Dólares de la Calidad de Aguas Residuales de una Empresa Industrial (2019-2028)

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Costo (con IVA)	179,818.97	182,545.03	185,557.02	188,685.51	192,019.59	195,412.57	198,865.51	202,379.47	205,955.51	209,594.75

Fuente: Propia

5.2 Inversión de un sistema de evaluación en línea para el control de aguas residuales.

Los costos de inversión comprenden todos los costos asociados a la implementación de un proyecto, en este caso para la implementación de un sistema de evaluación en línea para el control de aguas residuales.

Como se mencionó anteriormente, la vida útil de dicho sistema aproximadamente será de 10 años la cual se encuentra asociada a la vida útil de los principales activos utilizados para la implementación de mencionado sistema.

A continuación, se detallan los costos de los materiales y equipos necesarios para la implementación de dicho sistema, así como la vida útil de cada uno de estos:

Tabla 22 Materiales y Equipos para la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea para el Control de Aguas Residuales

Materiales y equipos	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil años
Sonda DS18B20	USD 15	1	USD 15	5
Arduino Uno	USD 20	1	USD 20	2
Módulo rele para arduino	USD 10	1	USD 10	5
Sensor de oxígeno	USD 2,700	1	USD 2,700	5
Sensor ultrasónico HC-SR04	USD 12	1	USD 12	5
Sensor de nivel tipo boya	USD 25	2	USD 50	5
Resistencias de 1k y 10k	USD 1	2	USD 2	5
Breaker de 15 A	USD 20	1	USD 20	5
Bomba de 1/2 HP 110v	USD 200	1	USD 200	5
Tubería PVC resistente a altas temperaturas	USD 5	10	USD 50	10
Cable flexible #16	USD 10	10	USD 100	5
Software labview	USD 3,500	1	USD 3,500	10
Software idearduino	USD 0		USD 0	10
Módulo de Aluminio y fibra	USD 2,000	1	USD 2,000	5
Solenoides de media pulgadas	USD 10	2	USD 20	5
Electroválvulas de 4 pulgadas	USD 200	2	USD 400	5
Recipiente de acero inoxidable	USD 100	1	USD 100	10

PLC logo modelo 200	USD 300	1	USD 300	10
Caja de control	USD 50	1	USD 50	10
Luces piloto	USD 40	5	USD 200	2
Válvula de paso de ½ pulgada	USD 45	1	USD 45	5
Computador	USD 400	1	USD 400	5

Fuente: Propia

La inversión a realizarse en la implementación del sistema de evaluación anteriormente señalado en un horizonte de 10 años se detalla a continuación:

Tabla 23 Inversión en la Implementación un Sistema de Evaluación en Línea para el Control de Agua Residuales

Año	2018	2020	2022	2023	2024	2026
Inversión con IVA	10,194	220	220	5,974	220	220

Fuente: Propia

5.3 Costos de operación asociados a la valoración de la calidad del agua residual que se descarga hacia fuentes de agua dulce después de la implementación del sistema de evaluación en línea.

A partir de la implementación del sistema de evaluación en línea propuesta en la presente investigación y considerando que el parámetro usado para la valoración de la calidad del agua residual es el oxígeno disuelto, los costos aproximados por el análisis de dicho parámetro es aproximadamente de USD 5 considerando el IVA.

Por lo tanto, los costos asociados a la valoración de aguas residuales anuales después de la implementación del sistema de evaluación en línea serían aproximadamente de USD.14, 400, el cálculo de la misma se detalla a continuación:

Tabla 24 Costo Anual de Valoración de Aguas Residuales Después de la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea

Descripción	Monto
Costo de la muestra de laboratorio (a)	USD 5
Frecuencia (12 por día)	2
Costo diario (b)=(a x12)	USD 60
Costo mensual (c) = (b x 20)	USD 1,200
Costo anual (d) = (c x 12)	USD 14,400

Fuente: Propia

Dado que el sistema de evaluación de aguas residuales propuesta en la presente investigación, tiene un periodo de vida de aproximadamente de 10 años y considerando las tasas de inflación del Ecuador expuestas anteriormente, se pudo estimar los costos en los cuales incurriría una empresa industrial en la valoración de la calidad del agua residual después de la implementación del sistema de evaluación en línea, el mismo que se detalla a continuación:

Tabla 25 Costos de Valoración en Dólares de la Calidad de Aguas Residuales de una Empresa Industrial Después de la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea (2019-2028)

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Costo (con IVA)	14,595.70	14,816.97	15,061.45	15,315.38	15,586.01	15,861.41	16,141.68	16,426.90	16,717.17	17,012.56

Fuente: Propia

5.4 Ahorros en los costos operación asociados a la valoración de la calidad del agua residual que se descarga hacia fuentes de agua dulce producto de la implementación de un sistema de evaluación en línea.

Una vez estimados los costos de operación asociados a la valoración de la calidad del agua residual en caso de contarse o no contarse con el sistema de evaluación en línea propuesta en la presente investigación, se procedió a calcular el ahorro en los costos de operación de una empresa industrial producto de la implementación de mencionado sistema. Dicho ahorro en los costos nos permitirá evaluar, desde una perspectiva económica, la viabilidad del sistema propuesto en la presente investigación.

A continuación, se detalla el ahorro en los costos de operación producto de la implementación del sistema de evaluación en línea propuesta en la presente investigación:

Tabla 26 Ahorro en los Costos en Dólares de la Valoración de Calidad de Aguas Residuales de una Empresa Industrial Después de la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea (2019-2028)

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Costo sin sistema	179,819	182,545	185,557	188,686	192,020	195,413	198,866	202,379	205,956	209,595
Costo con sistema	14,596	14,817	15,061	15,315	15,586	15,861	16,142	16,427	16,717	17,013
Ahorro de costos de operación	165,223	167,728	170,496	173,370	176,434	179,551	182,724	185,953	189,238	192,582

Fuente: Propia

5.5 Análisis económico de la implementación de un sistema de evaluación en línea para el control de aguas residuales que se descargan hacia fuentes de agua dulce

Una vez identificado los costos de inversión y el ahorro en los costos asociados a la valoración de la calidad residual que una empresa industrial descarga hacia fuentes de agua dulce producto de la implementación de un sistema de evaluación en línea, se procedió a estimar el flujo de caja económico que se obtendría de dicha implementación.

5.5.1 Tratamiento tributario producto del ahorro en los costos de operación

Tal como se señaló anteriormente, producto de la implementación del sistema de evaluación en línea propuesta en la presente investigación fue posible obtener un ahorro en los costos de operación asociados a la valoración de la calidad del agua residual que se descarga a fuentes de agua dulce.

Si bien este ahorro reduce los costos de operación de una empresa industrial, producto de la misma se esperaría un mayor pago tanto del IVA como el impuesto a la renta, que para efectos del cálculo del flujo económico de la presente investigación deben ser incorporadas:

Variación asociada al IVA

Producto de la implementación del sistema de evaluación en línea se espera una reducción de los costos asociados a la valoración de la calidad del agua residual de una empresa industrial, la cual originaría una menor proporción del crédito tributario que debería ser asumido por dicha empresa. Para efectos de la presente investigación el mayor pago de IVA sería el siguiente:

Tabla 27 Variación Asociada al IVA

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
IVA Ingresos		17,702	17,971	18,267	18,575	18,904	19,238	19,578	19,923	20,276	20,634
IVA Egresos	1,092		24		24	640	24		24		
Diferencia	-1,092	17,702	17,947	18,267	18,552	18,264	19,214	19,578	19,900	20,276	20,634
Pago de IVA		18,795	17,947	18,267	18,552	18,264	19,214	19,578	19,900	20,276	20,634

Fuente: Propia

Variación asociada al impuesto a la renta

Asimismo, producto de la implementación de dicho sistema se esperaría un mayor beneficio para la empresa industrial producto de la reducción de sus costos operativos, los mismos que estarían sujetos al pago del impuesto a la renta de 25%. Tal como se detalla a continuación:

Tabla 28 Variación Asociada al Impuesto a la Renta

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ahorro de costos	165,223	167,728	170,496	173,370	176,434	179,551	182,724	185,953	189,238	192,582
Ahorro de costos (sin IVA)	147,521	149,757	152,228	154,795	157,530	160,314	163,146	166,029	168,963	171,948
Impuestos (25%)	36,880	37,439	38,057	38,699	39,382	40,078	40,787	41,507	42,241	42,987

Fuente: Propia

5.5.2. Flujo de caja económico de la implementación de un sistema de evaluación en línea para la valoración de la calidad del agua residual de una empresa industrial

Una vez obtenidos los costos asociados a la inversión del sistema de evaluación en línea el ahorro en los costos de operación y las implicancias tributarias de la misma se procedió a estimar el flujo económico de la implementación de dicho sistema, el mismo que será utilizado para la evaluación de su viabilidad económica:

Tabla 29 Flujo de Caja Económico de la Implementación de un Sistema de Evaluación en Línea para la Valoración de la Calidad del Agua Residual de una Empresa Industrial (Usd)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ahorro de costos de operación		165,223	167,728	170,496	173,370	176,434	179,551	182,724	185,953	189,238	192,582
Inversión	-10194		-220		-220	-5,974	-220		-220		
Pago de IVA		-18,795	-17,947	-18,267	-18,552	-18,264	-19,214	-19,578	-19,900	-20,276	-20,634
Pago de IR		-36,880	-37,439	-38,057	-38,699	-39,382	-40,078	-40,787	-41,507	-42,241	-42,987
Flujo de caja económico	-10,194	109,548	112,121	114,171	115,900	112,814	120,039	122,360	124,325	126,722	128,961

Fuente: Propia

5.6 Indicadores de rentabilidad

Para evaluar el impacto económico de la presente investigación, es necesario contar con indicadores o índices de rentabilidad que nos permitan determinar si la implementación de un sistema de evaluación en línea para el control de aguas residuales es rentable o no para una empresa industrial que desea cumplir con los estándares medioambientales en el manejo de aguas residuales. En este contexto, los indicadores principalmente utilizados para la evaluación de la implementación de proyectos son:

Valor Actual Neto (VAN)

El VAN, es el valor actual de los beneficios netos que genera el proyecto a lo largo de su vida útil, descontados a la tasa de interés que refleja el costo de oportunidad del inversionista (COK), es decir, la rentabilidad efectiva de la mejor alternativa especulativa de igual riesgo. En este sentido el VAN mide, en monedas de hoy, la rentabilidad del inversionista si realiza el proyecto en vez de colocar su dinero en la actividad que le brinda como rentabilidad la tasa de descuento. La fórmula de cálculo del VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n}$$

Donde F_n es el flujo de caja, i es el costo de oportunidad del capital (COK) y n la vida útil del proyecto.

Para determinar el costo de oportunidad de capital apropiado para la aplicación del VAN, se aplicó la tasa del 12%, la cual es la tasa de descuento utilizada generalmente en el Ecuador para la evaluación económica y social de proyectos.

Considerando el flujo de caja económico y el COK se procedió al cálculo del VAN con el fin de determinar si sería rentable o no la implementación de un sistema de evaluación en línea para el control de aguas residuales en una empresa industrial, obteniéndose el siguiente resultado:

Tabla 30 Cálculo del VAN

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Flujo de caja económico	-USD 10,194	USD 109,548	USD 112,121	USD 114,171	USD 115,900	USD 112,814	USD 120,039	USD 122,360	USD 124,325	USD 126,722	USD 128,961

COK	12.00%
------------	--------

VAN	USD 649,531
------------	-----------------------

Fuente: Propia

Considerando que el VAN obtenido en el presente análisis es mayor a 0 se podría indicar que la implementación de un sistema de evaluación en línea para el control de aguas residuales en una empresa industrial ambientalmente responsable sería rentable en la medida de que genera una rentabilidad adicional a la esperada con el costo de oportunidad de capital. En este sentido la presente investigación aporta una alternativa viable a las empresas industriales para el debido control de las aguas residuales que se descargan hacia fuentes de agua dulce, principalmente el río Daule la cual se ve afectada por la descarga de aguas residuales de las empresas industriales ubicadas en la zona industrial norte de Guayaquil.

Asimismo, es necesario señalar que la implementación del sistema de evaluación en línea para el control de aguas residuales, propuesta en la presente investigación, tiene un costo significativamente menor al costo en que se incurriría en la valoración de la calidad de aguas residuales de no contar con dicho sistema.

A continuación, se detalla el valor actual de los costos en los que incurriría una empresa industrial en la valoración de la calidad de aguas residuales de contar o no con el sistema propuesto en la siguiente investigación:

Tabla 31 Valor Actual de los Costos de Valoración de la Calidad de Agua Residuales de una Empresa Industrial

Alternativas	VAC
Sin sistema de evaluación en línea.	USD 1,079,472
Con sistema de evaluación en línea.	USD 101,719

Fuente: Propia

Como se puede observar en el cuadro anterior el valor actual de los costos de valoración de la calidad de aguas residuales con el sistema de evaluación en línea propuesta en la presente investigación, es significativamente menor al valor actual que se obtendría de no implementarse mencionado sistema.

Por lo tanto, el menor costo de la valoración de la calidad de las aguas residuales producto del desarrollo de mencionado sistema, haría factible que un mayor número de empresas industriales, que actualmente no realizan dicha valoración debido a los altos costos que implica la realización de la misma, implementen dicho sistema en

sus empresas, reduciendo de esta manera las aguas residuales descargadas en el río Daule que no cumplan con los estándares mínimos. Asimismo, la implementación de este sistema podría ser exigible por el ente regulador en la medida de que la implementación de la misma no es muy onerosa para las empresas industriales y debido a que reduciría significativamente los costos de supervisión.

5.7 Análisis de sensibilidad de la implementación del sistema de evaluación en línea para la valoración de la calidad del agua residual de una empresa industrial.

Con el fin de evaluar el VAN obtenido producto de la implementación de un sistema de evaluación en línea en diversos escenarios, se procedió a calcular el VAN ante variaciones en la tasa de descuento y en el costo de operación obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 32 Análisis de Sensibilidad del VAN del Sistema de Evaluación en Línea

		Tasa de descuento				
		9%	10.5%	12%	13.5%	15%
Variación de costos de operación del sistema	-10%	USD 748,683	USD 699,671	USD 655,398	USD 615,303	USD 578,900
	-5%	USD 745,338	USD 696,543	USD 652,465	USD 612,546	USD 576,303
	0%	USD 741,994	USD 693,414	USD 649,531	USD 609,789	USD 573,706
	20%	USD 728,616	USD 680,900	USD 637,796	USD 598,760	USD 563,319
	40%	USD 715,238	USD 668,385	USD 626,062	USD 587,732	USD 552,932

Fuente: Propia

A partir del análisis de sensibilidad de la implementación de un sistema de evaluación en línea para la valoración de la calidad del agua residual, se pudo observar que aún ante un incremento del 40% de los costos de operación del sistema y un incremento de la tasa de descuento al 15%, la implementación de la misma seguiría siendo viable.

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación determina que las descargas de agua residual que no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el marco legal, a través, del tiempo ha generado una contaminación en esta importante fuente de agua, lo cual se evidencia con los valores de oxígeno obtenidos durante los monitoreos realizados en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre en el área de influencia directa de la zona industrial norte de Guayaquil.

Se concluye, que es viable controlar la calidad de la descarga de agua residual con la utilización de la estación piloto instalada en la unidad de análisis, en virtud de los resultados obtenidos durante la evaluación, debido a que permitió direccionar el flujo en función de la cantidad de oxígeno presente en el agua residual.

Se determina la efectividad de la información inmediata a la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable para conocer la calidad del agua que está receptando la fuente de agua en tiempo real, desde el escritorio.

Se determina la viabilidad económica para instalar el nuevo sistema de evaluación en línea teniendo como parámetro de control el oxígeno disuelto.

En función de la investigación, se evidencia la falta de compromiso de muchas de las empresas ubicadas en la zona norte de Guayaquil con la gestión ambiental, presentan un bajo nivel de inversión en temas ambientales, 51 % de empresas que no

realizan tratamiento a sus aguas residuales y que las descargan de manera directa, a la fuente de agua dulce.

RECOMENDACIONES

El presente trabajo de investigación recomienda que es muy importante sensibilizar al sector industrial en la importancia de descargar las aguas residuales cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos en el marco legal, para que, a través, del tiempo la fuente de agua pueda recuperar el nivel de oxígeno y preservar de esta manera el ecosistema.

Se recomienda, hacer uso del nuevo sistema de evaluación en línea, para poder direccionar el flujo en función de la cantidad de oxígeno presente en el agua residual.

Se considera importante que la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable pueda conocer de manera inmediata la calidad del agua que está receptando la fuente de agua en tiempo real, para que pueda tomar medidas que permitan mantener la calidad de la fuente de agua.

Se recomienda la instalación del nuevo sistema de evaluación en línea en función de la viabilidad económica que este representa y para mejorar la calidad de la descarga del agua residual.

Se recomienda una campaña de sensibilización al sector industrial para corregir la falta de compromiso de muchas de las empresas ubicadas en la zona norte de Guayaquil con la gestión ambiental para mejorar el bajo nivel de inversión en temas ambientales, y lograr que 51 % de empresas que no realizan tratamiento a sus aguas

residuales ya lo empiecen a ejecutar. Muy bien se podría usar como financiamiento parte del dinero que se ahorrarían en evaluación para mejorar la estación de depuración de las aguas residuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amaya Wilson, Cañón Óscar, Avilés Oscar. 2004. CONTROL DE PH PARA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina No. 14. Pág.86- 95.
2. APHA- American Public Health Association. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition
3. Arboleda Valencia Jorge. 2000. TEORÍA Y PRÁCTICA DE LA PURIFICACIÓN DEL AGUA. Tercera edición, Tomo 1 Capítulo 4. Págs. 21-66; 163-184.
4. Barrameda. 2002. Publicaciones en línea sobre ecología y medio ambiente. Alerta mundial por el agua, un recurso en vía de agotarse. Recuperado: <http://www.barrameda.com.ar/noticias/aguas101.htm>.
5. Cabello Peñafiel Rafael, Proaño Silva Mario, 2014. Propuesta de creación de una entidad de autogestión para el control de la calidad de agua en el área marino-costera del Ecuador. Tesis de Maestría.
6. Calderón Sáenz, Felipe. 2002. La conductividad eléctrica y la conductividad eléctrica a granel del suelo como base para la medición de la humedad del suelo.

7. Carrillo Diego, et.al. 2012. Variación del oxígeno disuelto en el Río Burío-Quebrada Seca, Heredia, Costa Rica, en el periodo 2005 – 2010.
8. Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial N°449 del 20 de octubre de 2008.
9. Cordonchem envitech. 2019. Tratamiento biológico de aguas residuales. Recuperado: <https://blog.condorchem.com/tratamiento-biologico-de-aguas-residuales/>
10. Enkerlin Hoeflich Ernesto, et al. 1997. ¿Un nuevo paradigma? Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. México, International Thomson. p.371.
11. Espigares García, M. Pérez López, J. 1987. Aguas residuales, Composición. Recuperado: http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
12. FAO, 2016. Evaluación del desarrollo de riego. Ecuador. Recuperado: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/ECU-IrrDr_eng.stm
13. Giovannini, C. 1996. Rehabilitate the city. The utopia of the late nineteenth century. (In Italian), Geografia Humana.

14. Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Guayaquil, 2013. Formato de instrucciones para adjuntar a los reportes semestrales. Actividades según el CIIU. F-CCA-ARI-01 versión 1.0.
15. Goyenola Guillermo. 2007. Guía para la utilización de valijas viajeras-Oxígeno Disuelto. Recuperado: http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf
16. Huayamave Navarrete Justo Pastor. 2013. Tesis “Estudio de las aguas y sedimentos del río Daule, en la provincia de Guayas, desde el punto de vista físico químico, orgánico, bacteriológico y toxicológico”. Universidad Las Palmas de Gran Canaria.
17. Ideam. 1997. Laboratorio de Química Ambiental Ideam. Método Oxígeno Disuelto, electrodo de membrana. Recuperado: http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/OXIGENO%20DISUELTO%20-%20Electrodo%20de%20Membrana.htm
18. Jackson Griffith James. 2008. Los orígenes intelectuales de la filosofía ambiental en Brasil: Une breve reseña histórica. ISEE Publicación Ocasional No. 5. Sección Filosofía Ambiental Sudamericana
19. Jones, D.E. 1967. Urban hydrology-a redirection. Civil Engineering.

20. Küffner Ulrich. 2004. El Proceso de la Formulación de la Política y Estrategia de Manejo de los Recursos Hídricos en el Ecuador. Cepal.
21. Langergraber H.J and Gerard S. 2003. Detección automática rápida de cinética de nitrificación usando respirometría. Vol.47.
22. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 418 del 10 de septiembre del 2004.
23. Lofrano, G. y Brown, J. 2010. Wastewater management through the ages: A history of mankind, Science of the Total Environment.
24. MAE. 2015. Acuerdo Ministerial No.097-A.- Anexos del Libro VI del TULSMA, publicado en la edición especial No 387 del Registro Oficial del 4 de noviembre del 2015
25. Molinos Senante María, Hernández Sancho Francesc, Sala Garrido Ramón. 2012. Estado actual y evolución del saneamiento y la depuración de aguas residuales en el contexto nacional e internacional. Anales de la Geografía, vol. 32, núm. 1.
26. ONU. 2019. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Recuperado: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

27. Ramírez de Romero Laura. 2004. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. - METODOLOGÍA Y DISEÑO DE PROYECTOS. Primera edición, pág. 25.
28. Ramalho R 2005. Tratamiento de aguas residuales. Tratamiento secundario. Proceso de lodos activos
29. Rodríguez Jenny, 2019. Tratamiento anaeróbico de aguas residuales. Recuperado:<http://www.ingenieroambiental.com/4014/tratamiento545.pdf>
30. Romero Rojas Jairo Alberto. 1998. PURIFICACION DEL AGUA. Colombia, págs. 22-23.
31. Russel David. 2012. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, UN ENFOQUE PRÁCTICO. Primera edición. Editorial Reverté. España. Págs. 88 – 91.
32. Sampieri Roberto, Mendoza Christian. 2019. Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas.
33. Sánchez Ramos, David. 2015. Contaminación del agua. Ingeniería Ambiental, Calidad de las aguas.
34. Seeger, H. 1999. The history of German wastewater treatment. European Water Management

35. Tejero Iñaki, Suárez Joaquín, Jácome Alfredo, Temprano Javier. 2001. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. Volúmenes 1 y 2, págs. 7-13 (tema 8); 1-12 (tema 10); 1-13 (tema 18); 1-3 (tema 34).
36. Torres-Avalos, Gerardo Alonso; Lozano-González, Edith Ariadna, 2017. Disminución de sólidos de aguas grises mediante un proceso de aireación.
37. TULSMA, 2003. Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente. Ministerio del Ambiente. Ecuador - Título Preliminar- Políticas básicas ambientales del Ecuador. Anexo I.- Recurso Agua Págs. 1-3 (Título preliminar); 1-40 (libro VI, anexo 1)
38. Wang Lawrence, HungYung-Tse, Lo Howard, Yapijakis Constantine. 2008. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DEL PROCESADO DE ALIMENTOS. Editorial Acribia S.A. Zaragoza- España. Pág. 319.
39. Water Boards- California. 2011. Guías informativas de parámetros de calidad de agua.
40. Wolfe, P. 1999. History of wastewater. World of water 2000—the past, present and future. Water World/ Wastewater International Supplement to Penn Well Magazines, Tulsa, OH, USA.

ANEXOS

Anexo 1 Glosario de Términos

Aguas residuales. - Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Caracterización de un agua residual. - Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico.

Carga contaminante. -Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

CIIU. - Clasificación Internacional Industrial Uniforme o, en inglés, International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, es la clasificación sistemática de todas las actividades económicas cuya finalidad es la de establecer su codificación armonizada a nivel mundial.

Cuerpo receptor. - es todo cuerpo de agua, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

DBO₅.- Demanda Bioquímica de Oxígeno, es la cantidad de materia orgánica consumida por microorganismos en un tiempo determinado, por lo general se realizan pruebas por 5 días a 20°C. Las aguas libres de contaminación suelen tener menos de 1 mg/l, mientras que las aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350 ppm.

Depuración. - Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

DQO. - Demanda Química de Oxígeno, es la cantidad de materia orgánica oxidada por un agente químico, se lo aplica a temperaturas altas usando catalizadores para las reacciones. Las aguas no contaminadas tienen valores que oscilan entre 1 a 5 mg/l, mientras que las aguas residuales alcanzan valores entre 250 y 1000 mg/l.

Efluente. - Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

Materia Orgánica. - son aquellos compuestos que contienen carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y ocasionalmente azufre. La materia orgánica transportada por un agua residual puede constituirse en la base de cadena trófica. Podemos tener un estimado de MO con la determinación de DBO₅, DQO.

Partículas sólidas. - El contenido de sólidos totales de un agua natural o residual, es uno de los parámetros físicos más importantes. Los sólidos totales están compuestos

por materias flotantes, materias en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución.

Ambiente o Medio Ambiente: Comprende los alrededores en los cuales la organización opera, incluye el agua, aire, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y su interrelación.

Autoridad Ambiental Nacional (AAN): El Ministerio del Ambiente

Autoridad Ambiental de Aplicación (AAA): Los ministerios o carteras de Estado, los órganos u organismos de la Función Ejecutiva, a los que por ley o acto normativo se le hubiere transferido o delegado una o varias competencias en materia de gestión ambiental local en determinado sector de la actividad nacional o sobre determinado recurso natural; así como, todo el gobierno autónomo descentralizado provincial y/o municipal u organismo sectorial, al que se le hubiere transferido o delegado una o varias competencias en materia de gestión ambiental local o regional.

Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable (AAAr): Gobierno autónomo descentralizado provincial y/o municipal, u organismo sectorial cuyo subsistema de manejo ambiental ha sido acreditado ante el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA)

Contaminación: Es la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellas, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente.

Contaminante: Cualquier elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos, o combinación de ellos; que causa un efecto adverso al aire, agua suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos, a su interrelación o al ambiente en general.

Control Ambiental: Es la vigilancia, inspección y aplicación de medidas para mantener o recuperar características ambientales apropiadas para la conservación y mejoramiento de los seres naturales y sociales.

Anexo 2 Abreviaturas y Siglas

°C: Grados Celsius

et.al: Usado cuando hay más de dos autores en referencia bibliográfica

etc: Expresión usada para sustituir el resto de una enumeración

g/l: gramo por litro

lt/d: litro por día

m: metro

mg/l: miligramo por litro

ml: mililitro

m³/d: metros cúbicos por día

m³/seg: metros cúbicos por segundo

No.: número

NTU: Unidades nefelométricas de turbidez

Pt-Co: Unidades de color referenciadas a Platino- Cobalto

pulg: pulgadas

rpm: revoluciones por minuto

AC: Antes de Cristo

ARIT: Agua Residual Industrial Tratada

AAAR: Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable

CNRH: Consejo Nacional de Recursos Hídricos

CIIU: Clasificación Internacional Industrial Uniforme (en inglés, International Standard Industrial Classification of All EconomicActivities).

DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno

DC: Después de Cristo

DQO: Demanda química de oxígeno

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

IEOS: Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias

INECEL: Instituto ecuatoriano de electrificación

INERHI: Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos

OD: Oxígeno disuelto

OMS: Organización mundial de la Salud

pH: Potencial de hidrógeno

TULAS: Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria

TULSMA: Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación.

UTM: Universal Transverse Mercator

GPS: Sistema Global de Navegación por Satélite.

Anexo 3 Tulsma 2002 - Libro Vi – Anexo 1.-Tabla 12

Normas de calidad ambiental y de descarga de efluentes en lo relativo al recurso agua. LIBRO VI- Anexo 1.- Tabla 12: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, establecido en el Decreto Ejecutivo 3399, publicado en el Registro Oficial No 725 del 16 de diciembre del 2002.

*“4.2.3.7 Toda descarga a un cuerpo de **agua dulce**, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (ver tabla)”*

Tabla: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
	cloroformo ECC		
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		¹ Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	200
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos	TPH	mg/l	20,0

¹Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Totales de Petróleo			
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	Ph		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Sólidos		ml/l	1,0
Sedimentables			
Sólidos		mg/l	100
Suspendidos Totales			
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

Anexo 4 Tabla 2: Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces, Marinas y de Estuarios.

Estos criterios de calidad se encuentran indicados en el Acuerdo Ministerial 097-A, publicado en el Registro Oficial No 387, del 04 de noviembre del 2015

PARAMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua Dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoníaco Total ⁽²⁾	NH ₃	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽³⁾		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001

PARAMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua Dulce	Agua marina y de estuario
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Mangane s o	Mn	mg/l	0, 1	0, 1
Mate ri a flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totale s	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10, 0

PARAMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua Dulce	Agua marina y de estuario
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂ <	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ <	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO5	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condicion natural	-

PARAMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua Dulce	Agua marina y de estuario
(1) Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/l				
(2) Aplicar la Tabla 2a como criterio de calidad para agua dulce				
(3) Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0,2 ug/l				

Anexo 5 Tabla 9: Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce.

Estos criterios están en el Acuerdo Ministerial 097-A, publicado en el Registro Oficial No 387, del 04 de noviembre del 2015

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmino	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ^{<}	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real ¹	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniaca L	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjedahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ^{< 2}	mg/l	1000
Sulfuros	< 2 S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
¹ La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida			

Anexo 6 Fotos de Evaluación Fuente de Agua

	
Presencia de aceites y grasas en el río	Evaluando el Oxígeno Disuelto
	
Monitoreando Coordenadas del punto de evaluación	Llenando Hoja de Registro

Anexo 7 Fotos de Construcción del Sistema de Evaluación de Oxígeno Disuelto

	
Estructura de la Unidad de Control	Componentes del sistema en prueba
	
Unidad control operando	

Anexo 8 Cotización de Evaluación de Oxígeno Disuelto



COTIZACION

No. 32901



32901 19/09/2018 12:35:23 PM Diego Quim

Acreditación N° OAE LE 20 05-001
LABORATORIO DE ENSAYOS

ORDÓÑEZ RAMÍREZ VIRGILIO ALONSO

Atención: Ing. Virgilio Ordóñez

Km. 5½ Vía a Daule

RUC: 0909780850001

Teléfono: 0994532462

E-mail: sotecma_vaor@hotmail.com

Fecha Emisión: 19/09/2018

Fecha Solicitud: 19/09/2018

Fecha Validez: 19/10/2018

Agradecemos su interés en los servicios de nuestro laboratorio, esperamos que esta información se encuentre de acuerdo a sus requerimientos.

Tipo de muestra: AGUA

Lugar del Monitoreo: Guayaquil

Tipo de Monitoreo: Puntual

Puntos a Monitorear: 1

Parámetro	Unidades	Método	Rango Acreditado	Límite de Detección	Cant.	Precio Unitario	Total
Oxígeno Disuelto in situ	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-65	4.60 - 7.50	0.01	1	20.00	20.00
Servicio de muestreo puntual dentro GYE (1)	día				1	35.00	35.00

Total de la Actividad: 55.00

1. Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.

2. Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM

4. Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Valor Bruto: 55.00

Descuento: 0.00

Subtotal: 55.00

12% IVA: 6.60

Total, en usd: 61.60

OBSERVACIONES :

*El costo de servicio de muestreo es de \$35 + IVA por día.

DEL SERVICIO DE MUESTREO - RECEPCIÓN DE MUESTRAS

TOMA, MANEJO Y ENVÍO DE MUESTRAS.-

GQM efectuará toma, manejo, manipulación y gestión de muestras conforme los siguientes procedimientos: PG/GQM/09 (Agua); PG GQM/15 (Suelo) y

PG/GQM/16 -(Biológicos: Fitoplancton, Zooplancton, Bentos)

El envío de muestras por parte del cliente, libera de responsabilidad a GQM sobre dicha actividad.

HORARIO DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS/PROGRAMACIÓN Y CANCELACIÓN DE MUESTREOS:

GQM dispone de cinco horarios de Lunes a Viernes para sus monitoreos dentro de la ciudad de Guayaquil y zonas aledañas (La Puntilla, Aurora, Durán)

Muestreos Puntuales: 09:00 - 10:00; 10:30 - 11:30; 12:00 - 13:00; 14:30 - 15:30; 16:00 - 17:00**Muestreos Compuestos:** 09:00 - 12:00 y 14:00 - 17:00

Nuestro personal puede mantenerse en el punto hasta 15 minutos de la hora señalada, considere que cualquier retraso en el mismo, altera la agenda de programaciones y ocasiona malestar con otros clientes.

En caso de suspensión de monitoreos fuera de la ciudad, se facturará el servicio de muestreo, sin embargo, en monitoreos dentro de la ciudad de Guayaquil y sus zonas aledañas, se facturará \$ 35 + IVA

Para monitoreos fuera de la ciudad, la programación es con 48 horas de anticipación.

La recepción de muestras en oficina se lo hará en horarios de 08:30 - 15:00 de Lunes a Viernes, salvo parámetros microbiológicos*

*Los monitoreos y recepción de muestras serán programados/recibidos de Lunes - Jueves, fuera de este horario aplican recargos.

MANEJO DE CONTRA-MUESTRAS:

GQM conservará contra-muestras en un plazo no mayor de 7 días una vez entregado sus resultados.

POLITICAS GENERALES

POLITICA DE CONFIDENCIALIDAD:

GQM garantiza absoluta confidencialidad en todo el proceso de trabajo, desde la cotización hasta la entrega del resultado.

POLITICA DE REEMBOLSOS:

Una vez aprobada la cotización y entregado el anticipo/pago total y el cliente desee suspender el trabajo antes de ejecutarlo, deberá hacerlo por escrito, sin embargo,

GQM facturará un 10% del valor recibido como GASTOS ADMINISTRATIVOS. El reembolso del saldo se efectuará en un plazo de 15 días laborables.

POLITICA DE CANCELACIÓN DE TRABAJOS EN EJECUCIÓN:

El cliente puede cancelar su trabajo en cualquier circunstancia, en ese caso GQM emitirá un informe solo de los parámetros analizados y se procederá a facturar lo trabajado.

Parque California 2 Local D-41 Km. 11,5 vía a Daule

042-103390(2) / 042-103825(35) / 0998-286653

www.grupoquimicomarcos.com

Guayaquil - Ecuador

PG1001-04

Pág. 1 de 2



COTIZACION

No. 32901



32901 19/09/2018 12:35:25 PM Diego Quím

Acreditación N° OAE LE 20 05-201
LABORATORIO DE ENSAYOS**POLITICA DE MODIFICACIÓN DE MÉTODOS/SUBCONTRATACIÓN DE PARÁMETROS:**

GQM en su alcance de acreditación, tiene dos métodos acreditados para los ensayos de DBO y DQO que aplican según la naturaleza de la muestra, por lo tanto, se trabajará con cualquier de estos dos métodos. Adicionalmente, ante cualquier infortunio, GQM puede enviar su muestra a cualquier proveedor externo siempre respetando la condición de acreditado del parámetro presente en esta cotización y notificando al cliente para su conocimiento y aprobación.

POLITICA DE E-SERVICIOS (CONSULTA DE RESULTADOS EN LÍNEA):

Puede consultar sus resultados en <http://gqm.autolab.com.mx>. GQM entregará con autorización del representante legal (en caso de persona jurídica) y a personas naturales, el usuario y clave asignado para consultar sus resultados PRELIMINARES tan pronto estos se encuentren autorizados. Para obtener su usuario y clave consultar al correo: info@grupoquimicomarcos.com

ENTREGABLES**TIEMPO DE ENTREGA DE RESULTADOS:**

Los resultados serán entregados en los días laborables abajo estipulados una vez ejecutado el muestreo o recibida la muestra, sin embargo, la fecha final quedará reflejada en nuestra recepción de muestras que llegará al correo electrónico del cliente:

Ensayos de GQM:	8 días	Pruebas de Tratabilidad:	45 días
Ensayos Subcontratados:	15 días	Pruebas de Biodegradabilidad:	30 días
Pruebas de Caracterización:	25 días	Pruebas Biológicas:	20 días

Para urgencias, contactarse previamente con GQM, aplica recargo del 100% del PVP y no aplica descuentos.

DATOS GENERALES/FACTURACIÓN**ENTREGABLES/SERVICIOS ADICIONALES:**

GQM proporcionará a sus clientes un informe de ensayos original por cada muestra recibida/tomada según formato MC 2201. El fee de emisión por cada informe adicional (original, suplemento o simplificado) es de \$ 5 + IVA (no incluye fee de envío por Courier). Cualquier requerimiento adicional será facturado.

DATOS DEL PROVEEDOR/CUENTAS BANCARIAS:

RAZON SOCIAL: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA GRUQUIMAR
RUC: 0991315314001
DIRECCION: PARQUE CALIFORNIA 2 LOCAL D-41 KM 11,5 VÍA A DAULE
TELEFONO: 042-103390(2) / 042-103825(35) / 0998-286653

Los pagos pueden realizarse a través de un cheque en nuestras oficinas, depósito o transferencia a las siguientes cuentas:

BANCO	TIPO DE CUENTA	NUMERO DE CUENTA
PICHINCHA	CORRIENTE	3121235804
PACIFICO	AHORROS	1010723633
PROAMERICA	CORRIENTE	1032230012
MACHALA	CORRIENTE	1070773151

En caso de existir una devolución del cheque por ENDOSO DEFICIENTE, el cliente deberá cancelar el costo de la comisión por devolución establecido por la entidad bancaria.

FACTURACIÓN/COMPROBANTES DE RETENCIÓN:

GQM facturará una vez recibida las muestras, por lo tanto, la presente cotización se considera una contrato de trabajo.


En el caso de los comprobantes de retención, aplica el Art. 50 LORTI que manifiesta "Los agentes de retención están obligados a entregar el respectivo comprobante de retención dentro del término no mayor de 5 días de recibido el comprobante de venta". Favor hacer llegar la retención al correo: cobranzas@grupoquimicomarcos.com o a su ejecutivo de cuenta

Cordialmente,

Laura Yanqui M.
Coordinadora de Calidad

Parque California 2 Local D-41 Km. 11,5 vía a Daule
042-103390(2) / 042-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

Anexo 9 Instalación de nuevas Unidades para Mejorar el Tratamiento de las Aguas
Residuales

	
<i>Estructura de unidades</i>	<i>Instalando motor reductor</i>
	
<i>Armando Unidades de filtrado</i>	<i>Nueva sistema</i>

Anexo 10 Matriz de Consistencia Lógica

MATRIZ DE CONSISTENCIA LÓGICA						
Título: Sistema de Evaluación en línea para controlar el agua residual utilizando como parámetro el Oxígeno Disuelto en el parque industrial norte de Guayaquil						
Autor:	Virgilio Alonso Ordóñez Ramírez				TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	MARCO TEORICO
OBJETIVO DE CONOCIMIENTO	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES		
PROBLEMA						
GENERAL	GENERAL	GENERAL	VI: Sistema mixto de control y recirculación en línea de la calidad de la descarga del agua residual industrial	Volumen agua controlada/volumen agua generada	Computador, Internet, equipo de laboratorio, sensor de oxígeno, termómetro, válvulas solenoide	Procesos de Depuración de aguas y Legislación Ambiental
¿Cómo lograr descargar permanentemente ARIT cumpliendo los niveles de oxígeno disuelto aplicando un sistema mixto de control y recirculación para aportar al mejoramiento de la calidad de agua en el río Daule en la zona industrial norte de Guayaquil?	Desarrollar un sistema mixto de control y recirculación en línea, a fin de lograr descargar permanentemente el ARIT cumpliendo los niveles de oxígeno disuelto para aportar al mejoramiento de la calidad de agua en el río Daule en la zona industrial norte de Guayaquil.	El sistema mixto de control y recirculación en línea logrará que se descargue permanentemente ARIT cumpliendo los niveles de Oxígeno Disuelto admisible para el río Daule en la zona industrial norte de Guayaquil	VD: Oxígeno Disuelto	Concentración obtenida/Concentración Admisible		
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	VI: Descarga del agua residual	Lt de agua residual/día	Equipo de laboratorio, equipo de test de jarra, evaluación de Demanda Bioquímica de Oxígeno, termómetro.	Test de Jarra y Legislación Ambiental
¿Se contamina el río Daule en la zona industrial por la descarga ARIT?	Identificar la situación actual de la descarga de ARIT en la zona industrial norte de Guayaquil.	La descarga de aguas residuales industriales contamina la fuente de agua en la zona industrial norte de Guayaquil	VD: Contaminación por DBO	mg/Lt de DBO obtenido/mg/Lt de DBO permitido		
¿Cómo se debe monitorear los datos de la concentración de oxígeno disuelto para aportar al control de las unidades de tratamiento y mantener la calidad de la descarga del ARIT en los niveles de no afectación al río Daule en la zona industrial?	Monitorear los datos de la concentración de oxígeno disuelto mediante un sistema mixto de control y recirculación en línea para asegurar los niveles de oxígeno en la descarga del agua residual industrial.	La implementación de un sistema mixto de control y recirculación en línea asegura los niveles de oxígeno disuelto en la descarga del agua residual industrial.	VI: Evaluación de Oxígeno Disuelto del agua residual industrial	Concentración obtenida/Concentración admisible	Equipo de laboratorio, sensor de oxígeno, vertedero, temperatura, válvulas solenoide.	Procesos de Depuración de agua y Legislación Ambiental
			VD: Caudal	Caudal descargado/caudal generado		
¿El sistema de control de la descarga del ARIT por las autoridades ambientales permite identificar de inmediato la calidad del efluente.?	Determinar si el sistema mixto de control y recirculación de evaluación de Oxígeno Disuelto en línea permite identificar de inmediato la calidad del efluente.	El sistema mixto de control y recirculación de evaluación de Oxígeno Disuelto en línea permitirá a la Autoridad Ambiental identificar de inmediato la calidad del efluente	VI: Sistema mixto de control y recirculación de la calidad de la descarga de agua	Volumen de agua controlado/volumen de agua generado	Equipo de laboratorio, reportes de laboratorio, termómetro, sensor de oxígeno disuelto, internet.	Legislación Ambiental
			VD: Tiempo de conocer resultado	Hora de entrega de resultado/hora de entrega planificado		

Anexo 11 Descripción del Sistema de Control para el ARIT

Descripción del Sistema de Control para el ARIT

Como se ha planteado en esta investigación para la mejora del control de calidad de la descarga de agua residual a la fuente de agua dulce basado en el parámetro de oxígeno disuelto, se procede a elaborar la unidad experimental de control acoplable que consta de tres partes: un tablero de control, tuberías para el proceso de transferencia del agua y tuberías para el proceso de succión con sus respectivos elementos de control que se detallará a continuación.

La primera parte consta de un tablero de control que tiene un breaker para la alimentación de la fase, una bomba y dos tarjetas Arduino 1. Las mismas nos brindan comunicación con el software y, a su vez realiza la programación del objeto en estudio.

Además, se posee un módulo de relé para Arduino que permite el control automatizado de las válvulas solenoides con esto se controla su activación y desactivación mediante los parámetros que se vayan a manejar. También posee un protoboard que permite crear la conexión de resistencias, borneras y demás elementos que crean la comunicación con los sensores.

La segunda parte que son las tuberías de proceso de transferencia se conectarán a todos los sensores de control como lo son: el sensor de oxígeno, el sensor de temperatura, sensor de nivel, sensor ultrasónico. En esta parte se conectarán los

sensores de una manera estratégica para la lectura correspondiente de los datos a estudiar. La tercera parte consta de tuberías y conexión para la succión, donde se encuentran las bombas y las válvulas solenoides de nivel correspondiente.

Para el software se utilizaron dos tipos de programas: el IDE Arduino y el Labview. EL IDE Arduino se utilizó para la programación de la interfaz de comunicación para el sensor de oxígeno disuelto. Y en el programa de Labview se utilizó para realizar el programa scada del control del proceso en tiempo real, donde consta de: Reservorio de control, sensores antes mencionados, tuberías, indicadores de luz. Se puede observar dos gráficas como lo son de temperatura y oxígeno disuelto.

La programación se manejó con dos tipos de arquitecturas como lo es la arquitectura links y la arquitectura Visa. La arquitectura Links reemplaza a LIFA interface de Arduino debido a que la lectura de los sensores se vuelve más rápida y fiable. Con esta se programó el sensor ultrasónico, sensores de nivel y de temperatura.

La arquitectura Visa por otro lado es de comunicación serial, nos sirve para la programación serial tdx- rdx. La misma lee toda la programación que se encuentra en la placa, a su vez muestra en un stream los datos para el sensor de oxígeno mediante comunicación serial UART (comunicación serial tdx – rdx).

El programa se desarrolla mediante niveles de aprobación o rechazo, por ello el sensor de mayor importancia para determinar si una señal es factible o no, es el sensor de oxígeno disuelto, este determina si cumple con el rango de 6.7 mg / lt en el caso de que cumpla, envía una señal al Arduino y a su vez al relé, el cuál activa la

válvula solenoide para el desfogue porque se encuentra en los resultados requeridos. En el caso de no cumplir con el rango, es decir mayor o igual a 6.7 mg/Lt la señal pasa por el Arduino y el relé que a su vez emiten una señal para activar la válvula solenoide de recirculación junto con las bombas y por lo tanto mantendrá la válvula de desfogue cerrada.

El agua recirculará hacia la unidad de tratamiento de agua residual, hasta que se encuentre en el nivel requerido.

Anexo 12 Descripción de la Operación del Sistema Mixto de Control y Recirculación en Línea.

Unidad de Control de la calidad del agua residual industrial

El proyecto de investigación experimental denominado sistema mixto de control y recirculación en línea de la calidad del agua residual industrial, posee 5 sensores con los cuales recibe información en tiempo real del estado de la planta (sensor ultrasónico, sensor de oxígeno, sensor de temperatura y sensores de nivel) y 2 válvulas solenoides con las cuales realizará la respectiva función de reproceso o descarga a la fuente de agua.

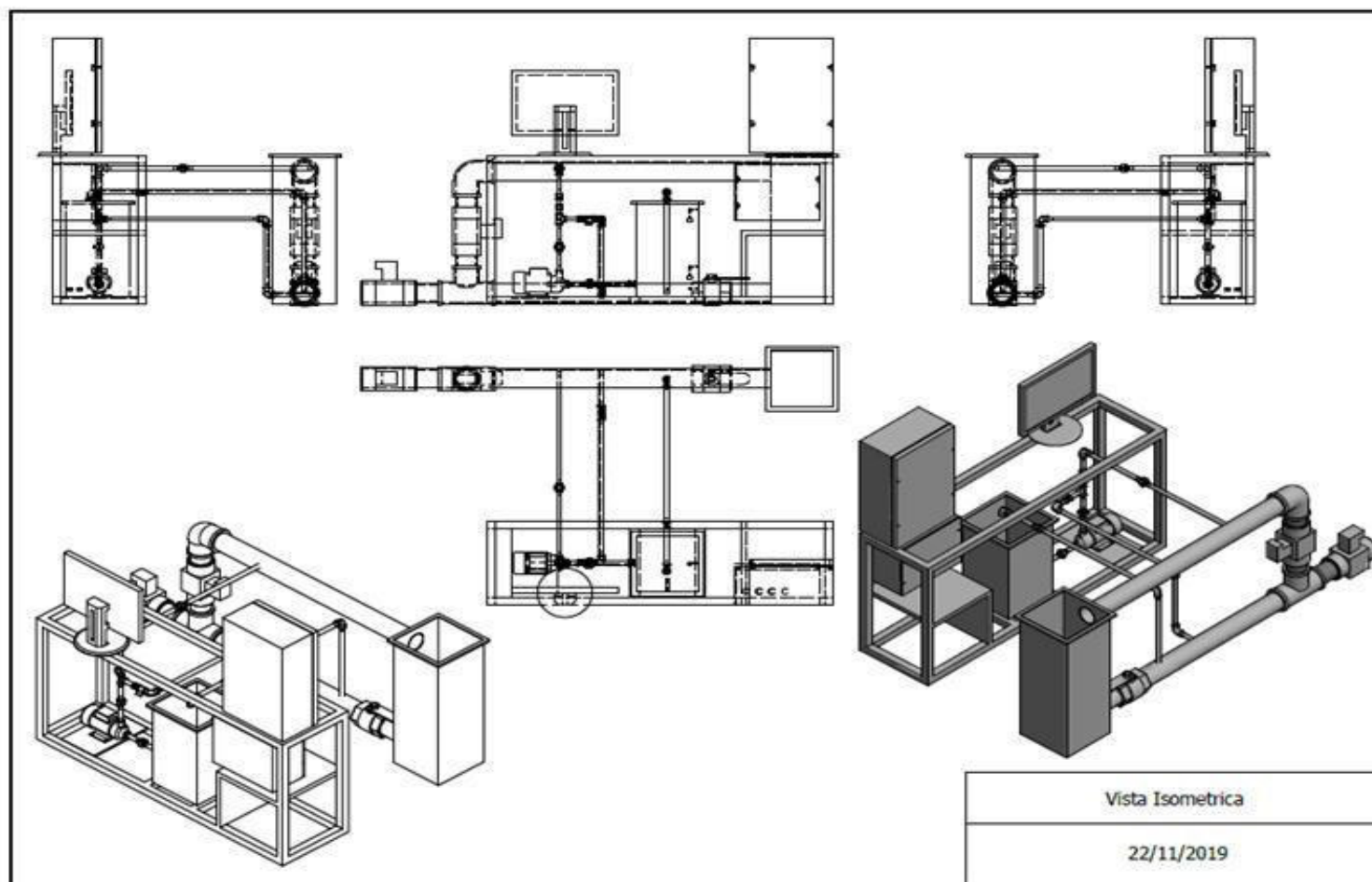
El proceso inicia al ingresar el agua al recipiente de control en donde se encuentran ubicados los sensores. El sensor ultrasónico medirá la distancia en que se encuentra el líquido dentro del recipiente de control, mientras que los sensores de nivel alto y bajo impedirán que el recipiente se quede sin agua o se reboce, al mismo tiempo los sensores de temperatura y oxígeno medirán la temperatura y el oxígeno del agua y compararan estos valores con los rangos establecidos dentro de la programación.

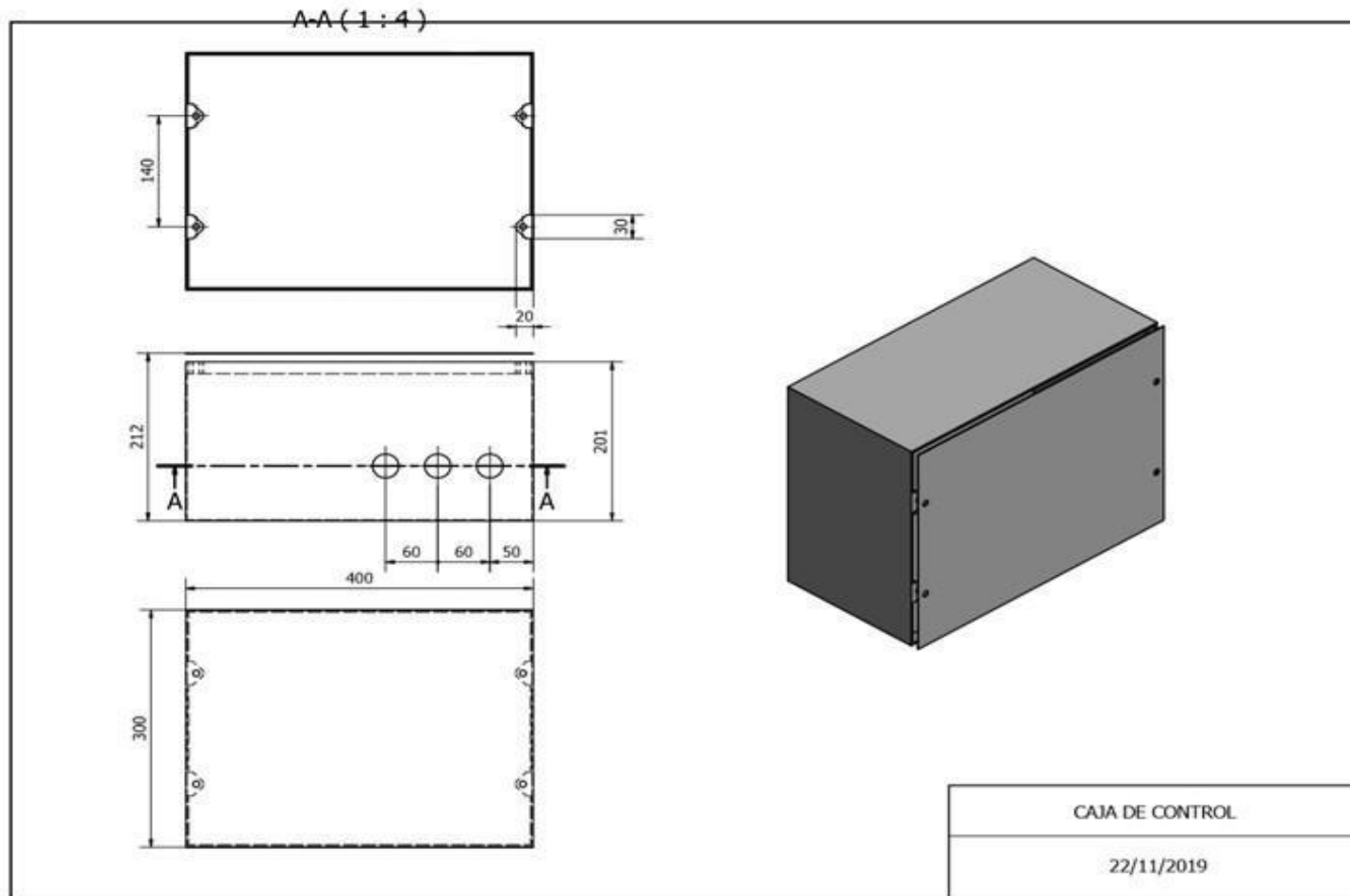
El rango establecido para el sensor de oxígeno disuelto fue de 6,7 mg/l, si los valores que mide el sensor de oxígeno se encuentran bajo este rango se activara la válvula para el reproceso del agua, mientras que si se encuentran por encima del valor se activara la válvula para la descarga del agua hacia la fuente de agua.

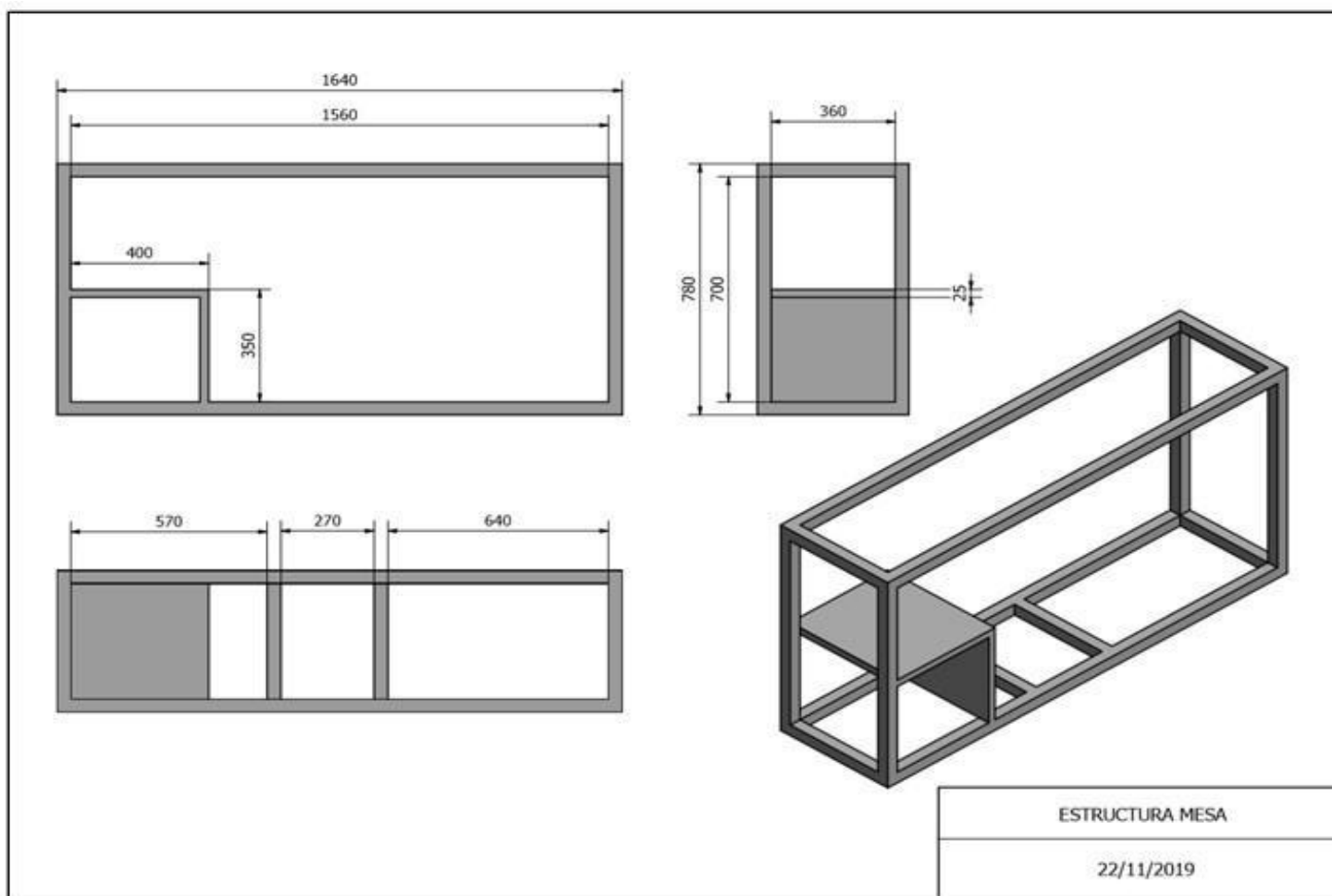
Este proceso se realiza automáticamente sin la intervención de terceros y se lo puede monitorear en tiempo real mediante las gráficas en el panel principal, al mismo tiempo segundo a segundo los valores medidos por el sensor de oxígeno se guardarán en un archivo Excel dentro del CPU para de esta forma llevar un registro mucho más preciso de la calidad del agua descargada a la fuente.

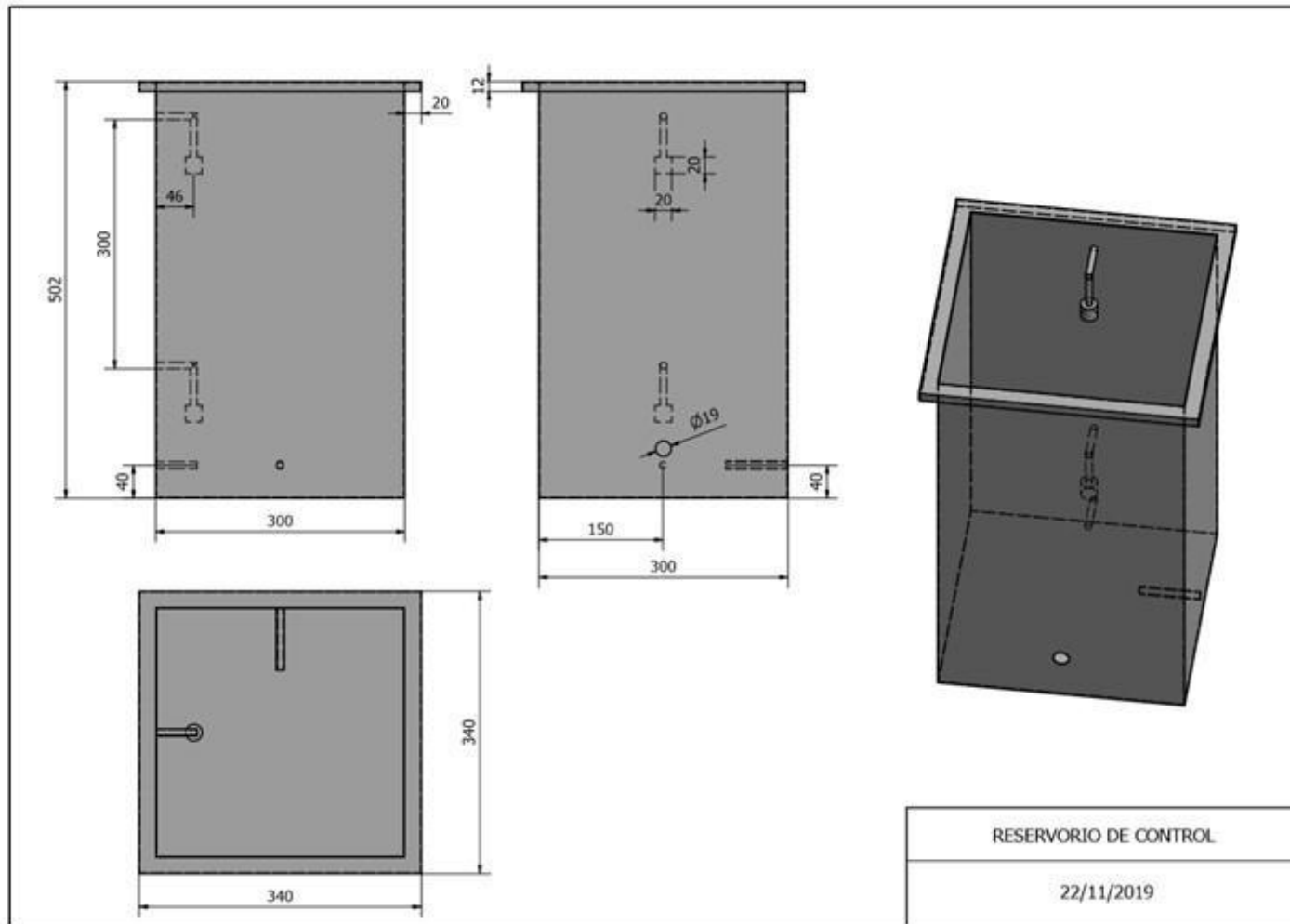
Este equipo permitirá que se detecte de manera inmediata el momento en el que el agua residual presente un valor fuera de especificaciones, lo deja registrado, lo comunica inmediatamente por medio de internet a los actores interesados tales como la gerencia de la planta, el área de producción, el departamento de control de calidad, la autoridad ambiental de aplicación responsable y al mismo tiempo de manera instantánea procede a bloquear el flujo del agua residual hacia la fuente de agua y a la apertura de la válvula de retorno al proceso de tratamiento hasta que el agua residual industrial tratada presente un valor admisible de oxígeno disuelto, minimizando la afectación de la fuente natural de agua con descargas de aguas residuales fuera de especificaciones.

Los resultados de Oxígeno disuelto, temperatura, pH y nivel de agua en el recipiente, se van registrando en una hoja excel de forma inmediata junto con un gráfico.

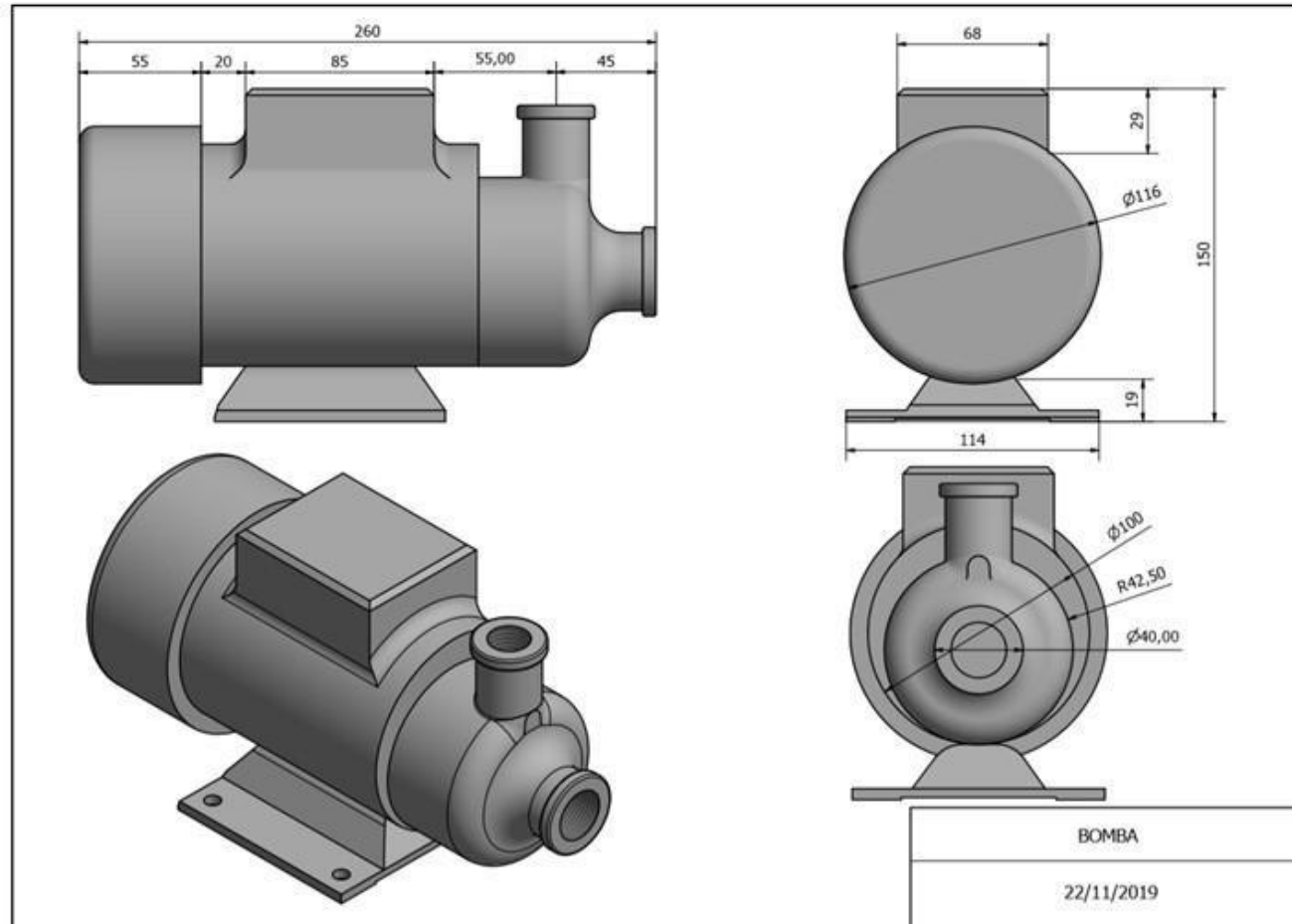
Anexo 13 Vista Isométrica de la Unidad de Control

Anexo 14 Dimensiones de la Caja de Control

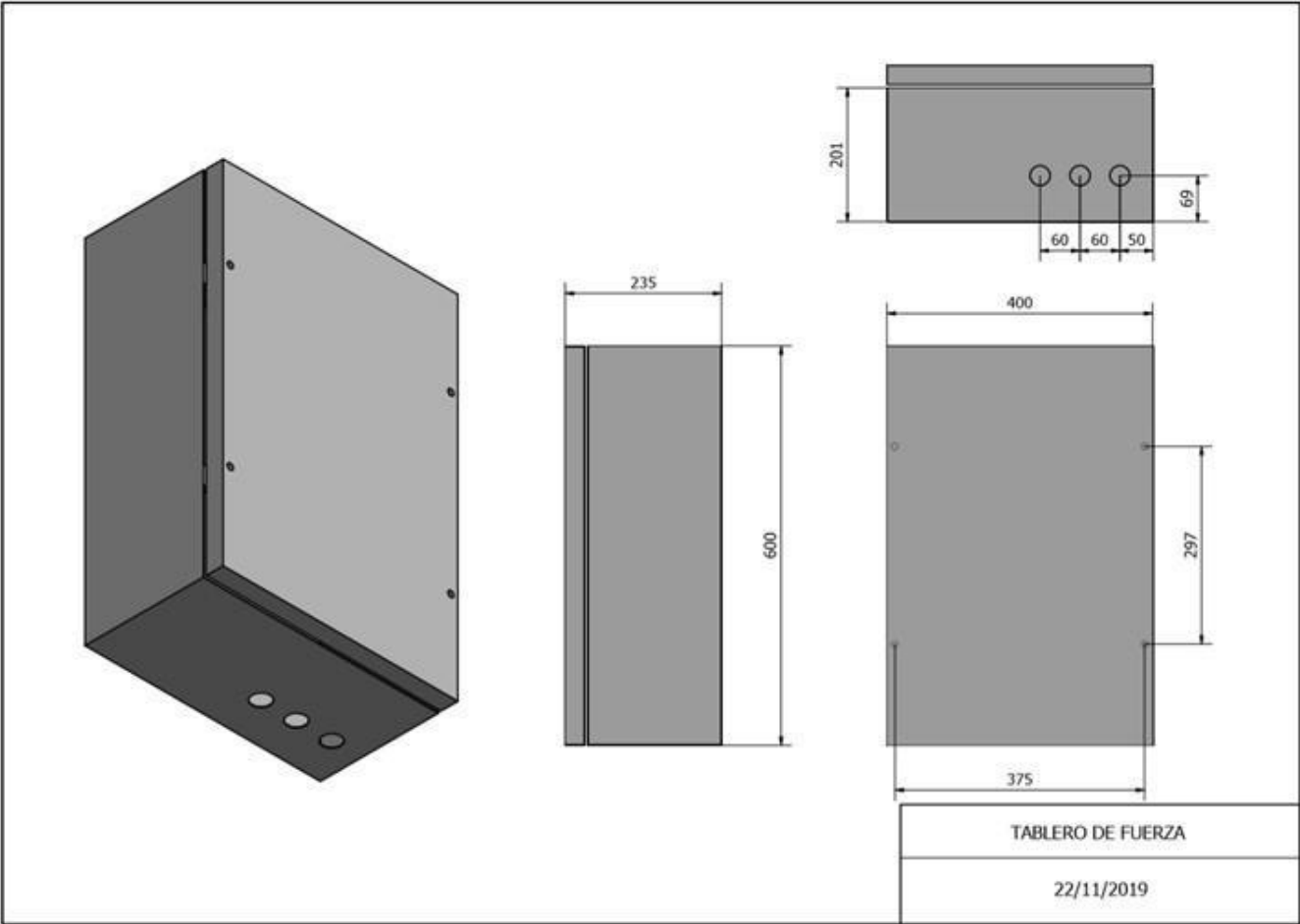
Anexo 15 Dimensiones de la Estructura donde se Almacena los Elementos de la Unidad de Control

Anexo 16 Dimensión del Reservorio de Control

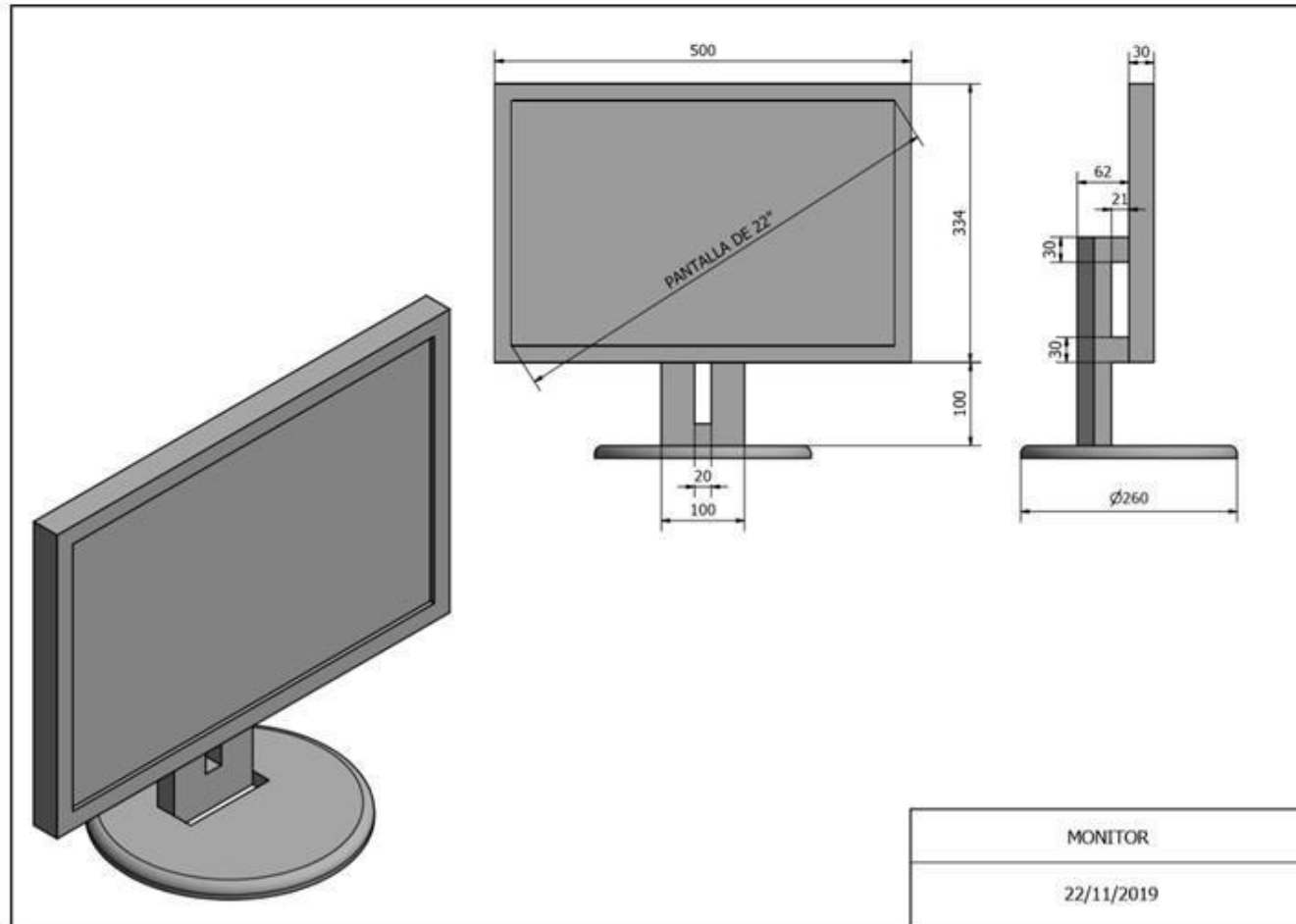
Anexo 17 Dimensión de la bomba



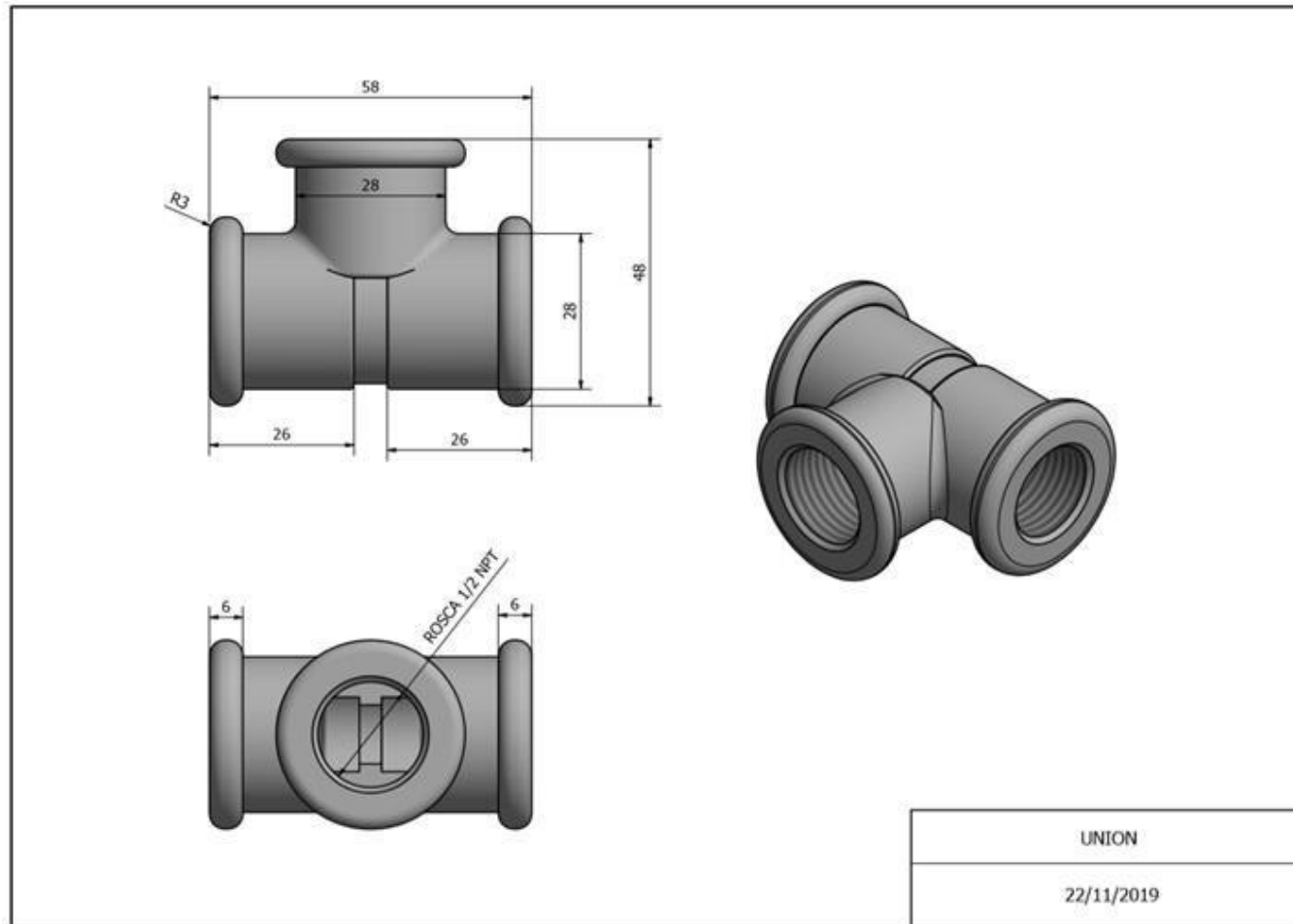
Anexo 18 Dimensiones del Tablero de Fuerza



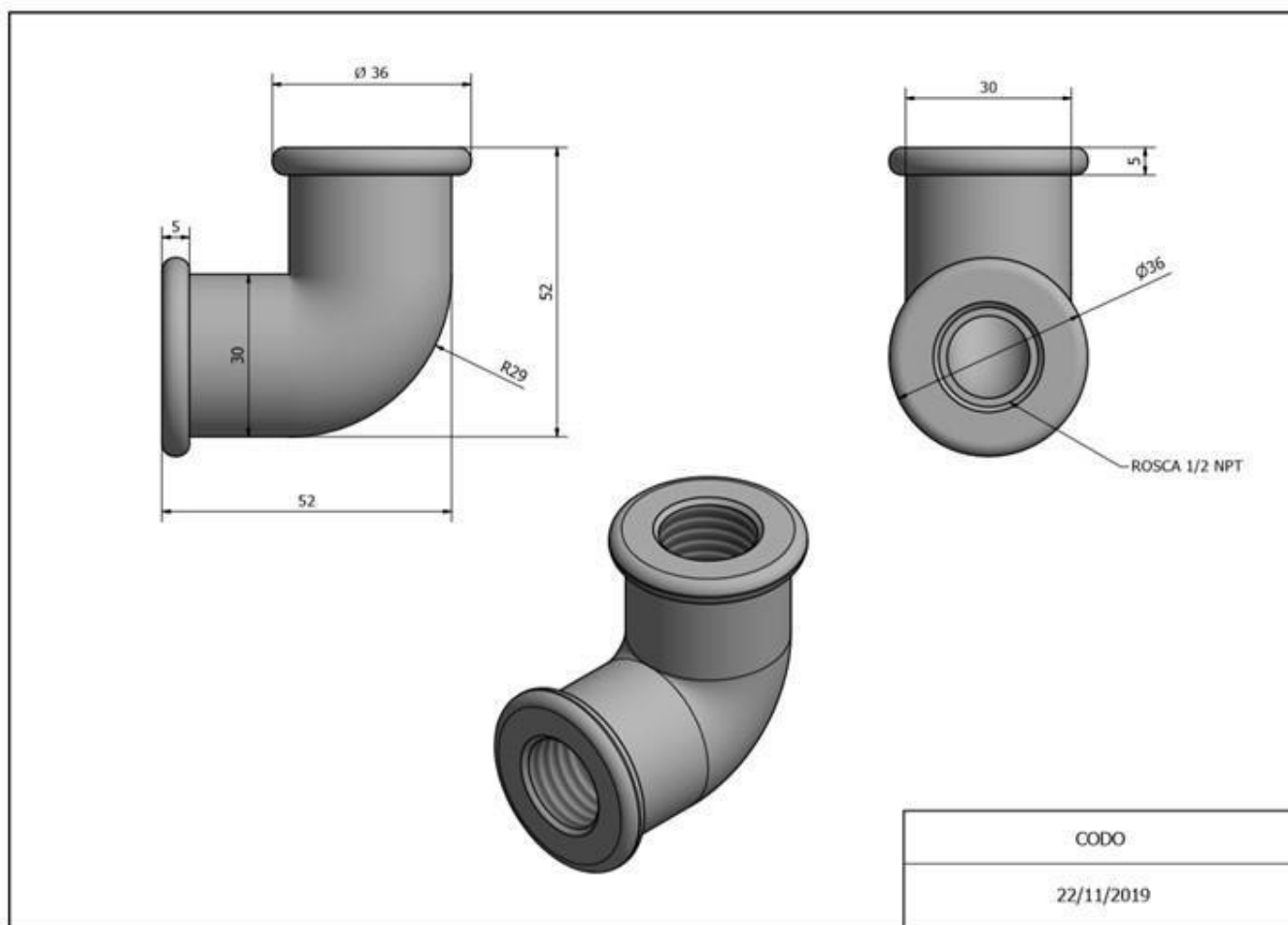
Anexo 19 Dimensiones del Monitor

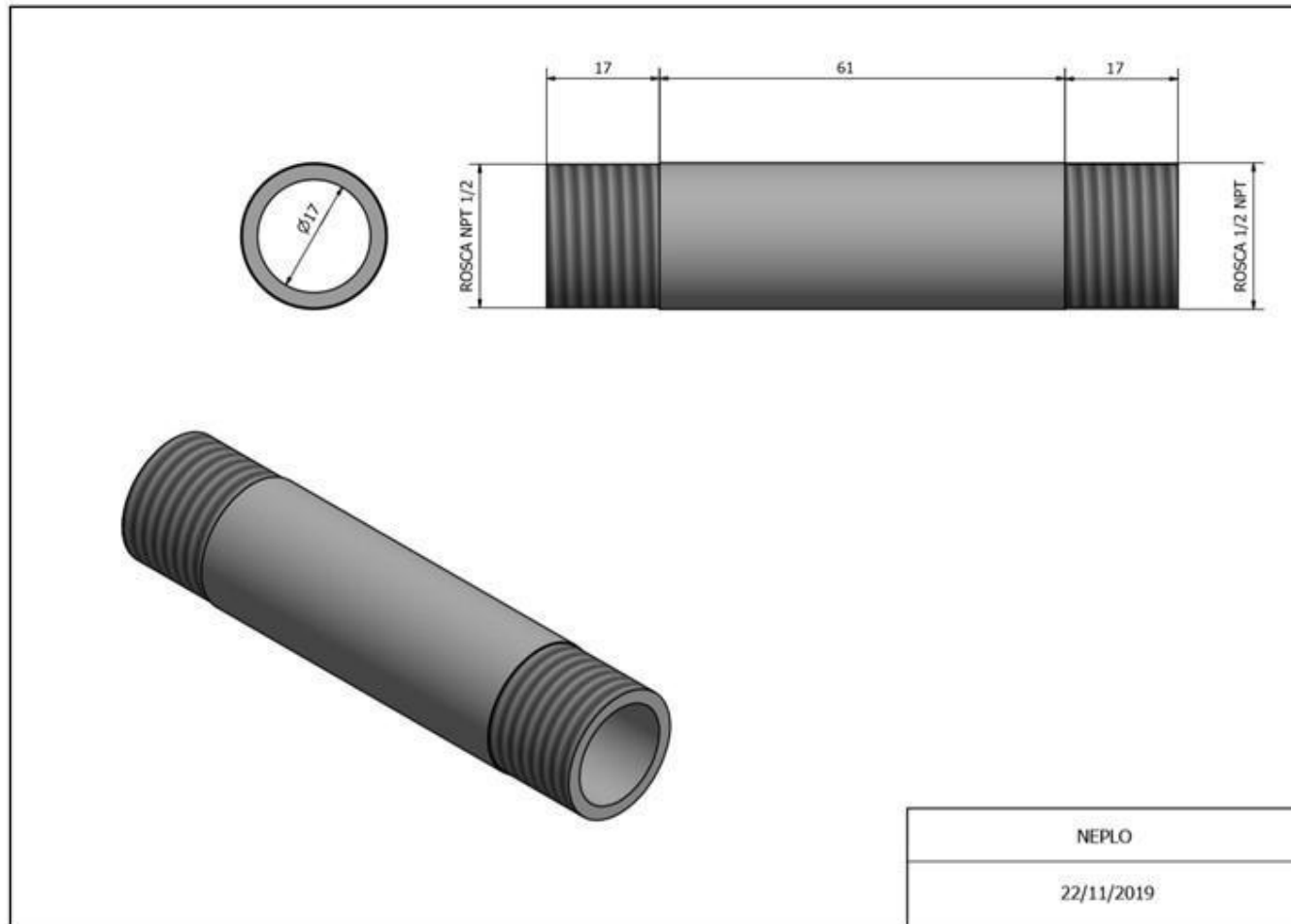


Anexo 20 Dimensiones de Uniones T

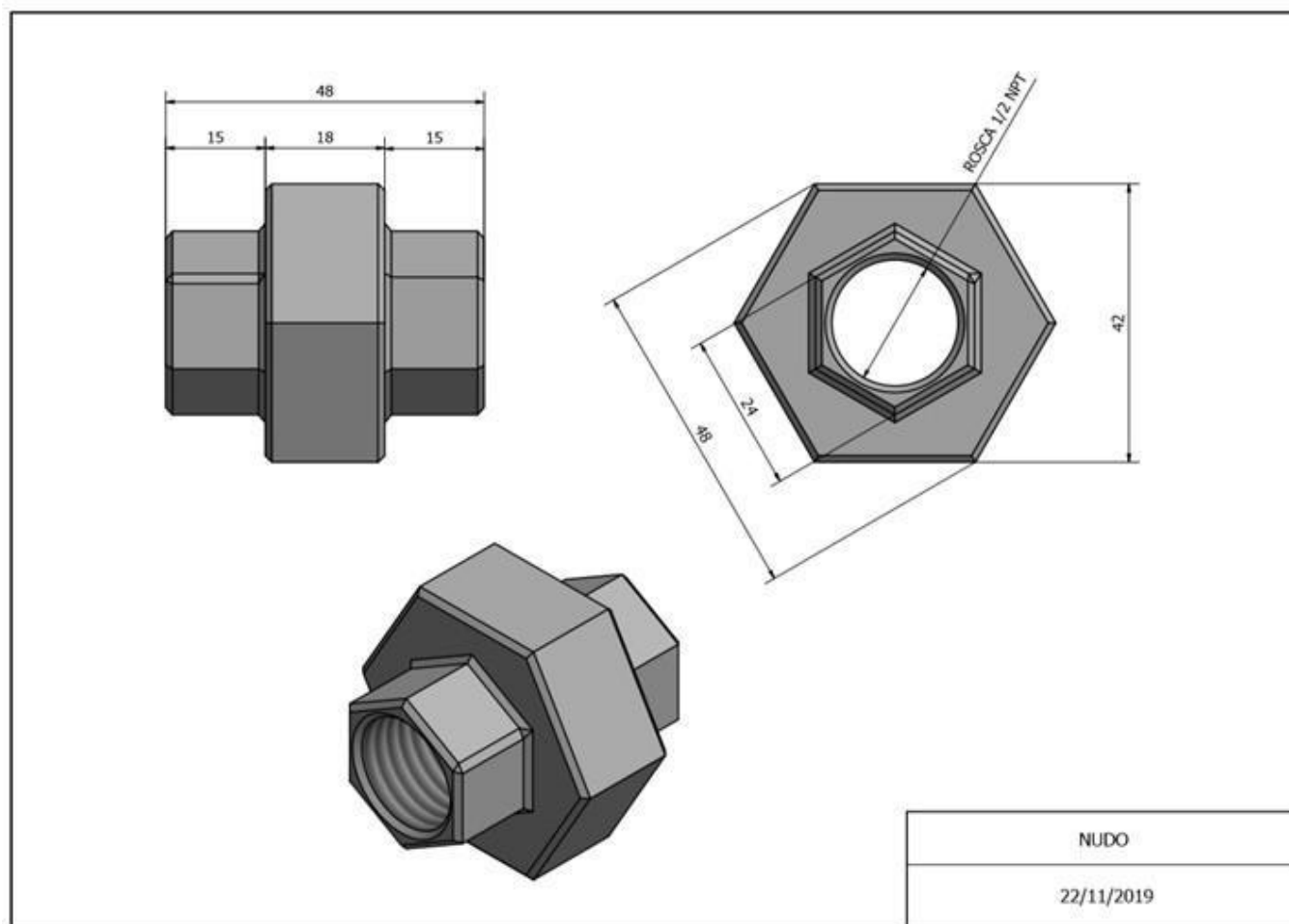


Anexo 21 Dimensiones de Codos

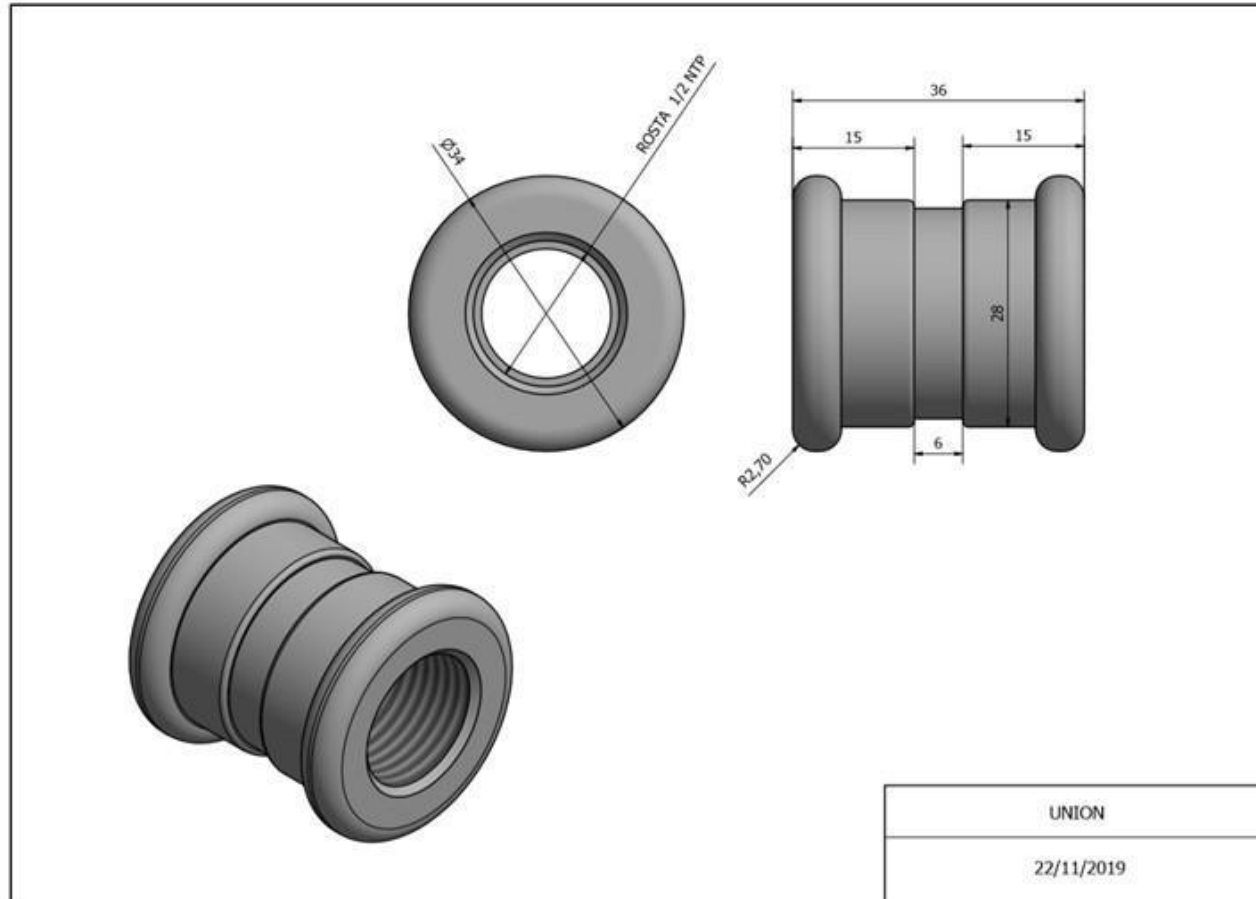


Anexo 22 Dimensiones de Neplos

Anexo 23 Dimensiones de Unión Universal



Anexo 24 Dimensiones de Uniones



Anexo 25 Listado de Instrumentos que Contiene el Sistema Mixto de Control y Recirculación en Línea para Evaluar la Concentración de Oxígeno Disuelto.



Imagen	Nombre	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil años
	Sonda DS18B20	Permite medir temperaturas desde 1°C hasta 125°C.	USD 15	1	USD 15	5
	Módulo relé para arduino.	Permite controlar el encendido/apagado de equipos de alta potencia.	USD 10	1	USD 10	5



Imagen	Nombre	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil años
	Arduino Uno	Es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra, los que permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores.	USD 20	1	USD 20	2
	Resistencias de 1k y 10k	Introduce una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito.	USD 1	2	USD 2	5



Imagen	Nombre	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil años
	Sensor ultrasónico HC-SR04	Posee un par de transductores de ultrasonido que se usan para determinar la distancia del sensor con un objeto colocado enfrente de este. El un transductor emite una “ráfaga” de ultrasonido y el otro capta el rebote de dicha onda. El tiempo que tarda la onda sonora en ir y regresar a un objeto puede utilizarse para conocer la distancia que existe entre el origen del sonido y el objeto.	USD 12	1	USD 12	5
	Sensor de nivel tipo boya.	Es un cuerpo flotante que lleva un lastre y también un cable de salida directa desde su cuerpo.	USD 25	2	USD 50	5



Imagen	Nombre	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil años
	Sensor de oxígeno EZO TM V 4.1	Monitorear la cantidad de oxígeno existente, menor cantidad de oxígeno encontrado por el sensor es igual a menor voltaje producido y enviado a la unidad electrónica por el sensor de oxígeno.	USD 2700	1	USD 2700	5
	Breaker de 15 A	Interrumpe un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente que por él circula excede de un determinado valor o en el que se ha producido un corto circuito.	USD 20	1	USD 20	5




Imagen	Nombre	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil años
	Bomba de Agua 1/2 HP 110v	Bomba centrífuga rotoplas de hierro gris. Transforma energía, aplicándola para mover el agua.	USD 200	1	USD 200	5
	Tubos	Tubo de poli cloruro de vinilo para el traslado de agua caliente o fría	USD 5	10	USD 50	10
	Cable flexible #16	Conductor útil en alimentación de energía eléctrica.	USD 10	10	USD 100	5

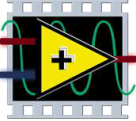


Imagen	Nombre	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil años
 LabVIEW	Software labview	Software de ingeniería de sistemas que requiere pruebas, medidas y control con acceso rápido a hardware e información de datos.	USD 3,500	1	USD 3,500	10
	Software IDE arduino	Facilita escribir código y cargarlo en la pizarra. Se ejecuta en Windows, Mac OS X y Linux.	USD 0		USD 0	10
	Módulo de Aluminio y fibra.	Módulo movable para ubicar los equipos e instrumentos de la unidad de control.	USD 2,000	1	USD 2,000	5






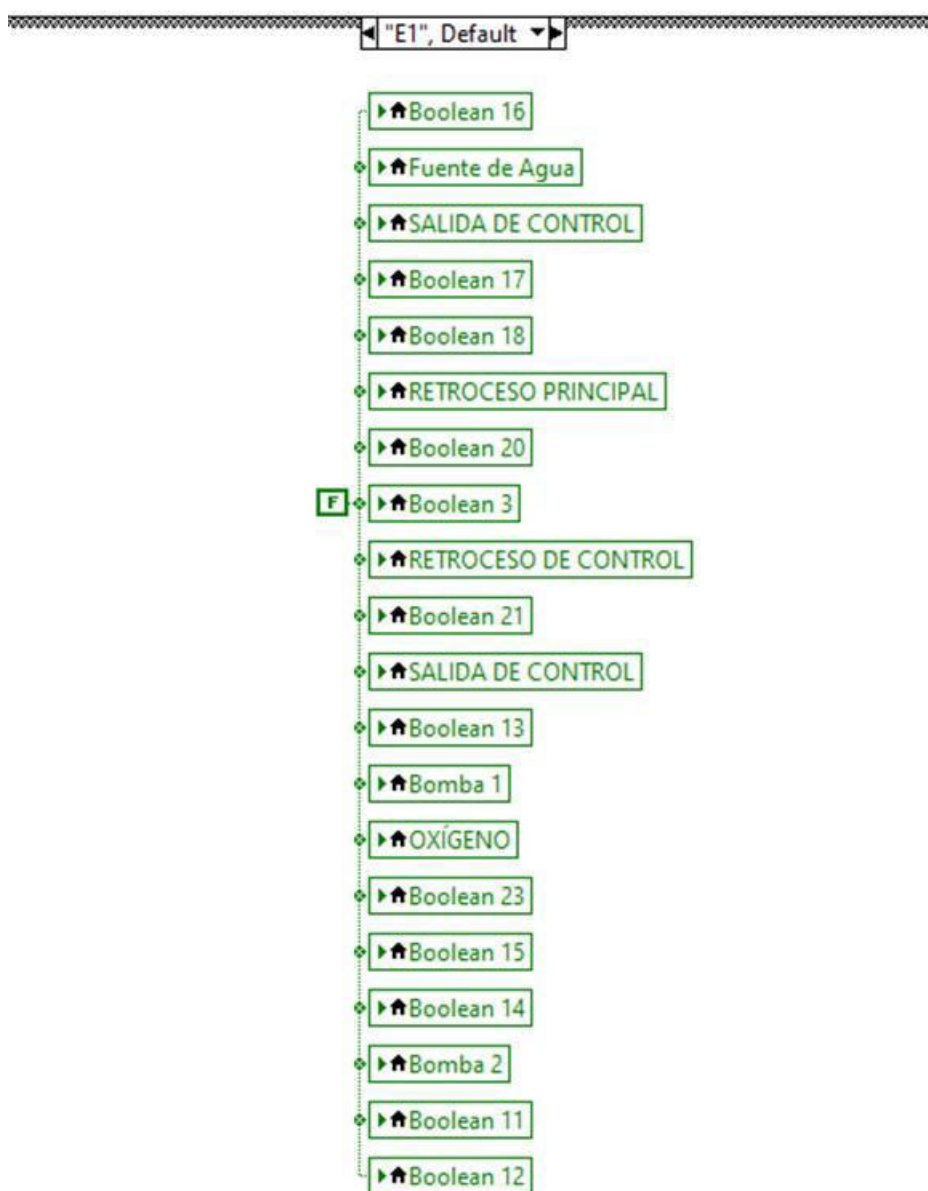
Imagen	Nombre	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil años
	PLC logo modelo 200	Módulo lógico, controlador programable que permite sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.	USD 300	1	USD 300	10
	Caja de control	Caja encargada de realizar el control eléctrico.	USD 50	1	USD 50	10
	Luces piloto	Indicadores de señales de policarbonato.	USD 40	5	USD 200	2

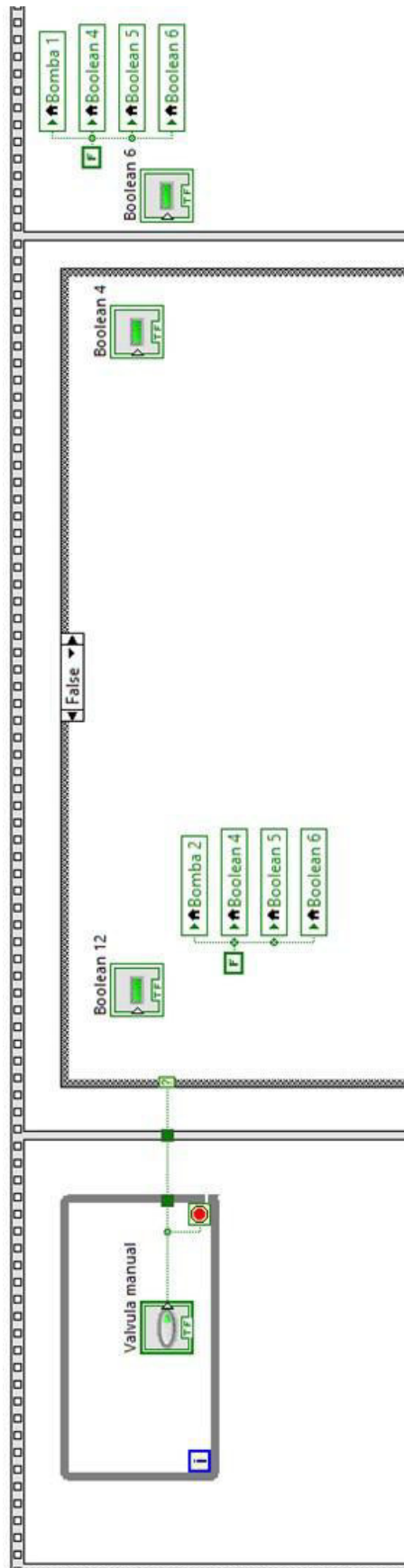
Imagen	Nombre	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil años
	Válvula de paso de ½ pulgada	Permite el paso o corta el flujo de agua por una tubería en la que está ubicada.	USD 45	1	USD 45	5
	Computador portátil.	Lee y realiza operaciones para convertirlos en datos convenientes para visualizarlos.	USD 400	1	USD 400	5

Anexo 26 Programación de la Unidad de Control

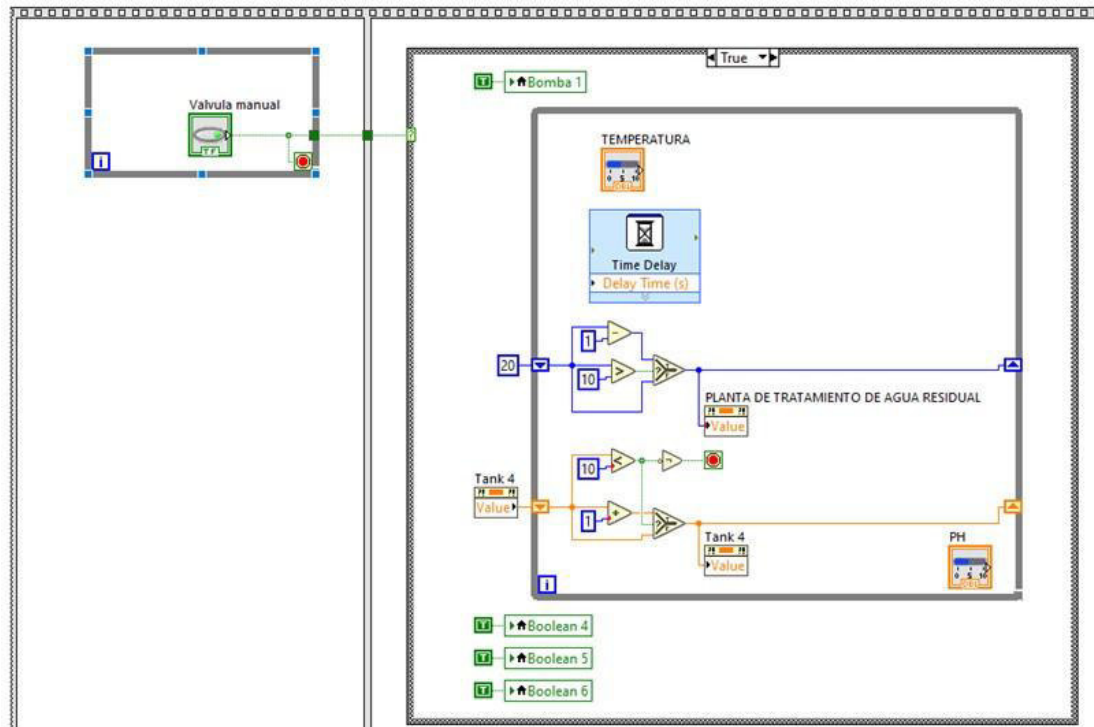
Inicialización de las variables, el apagado de todas las señales para empezar el proceso.

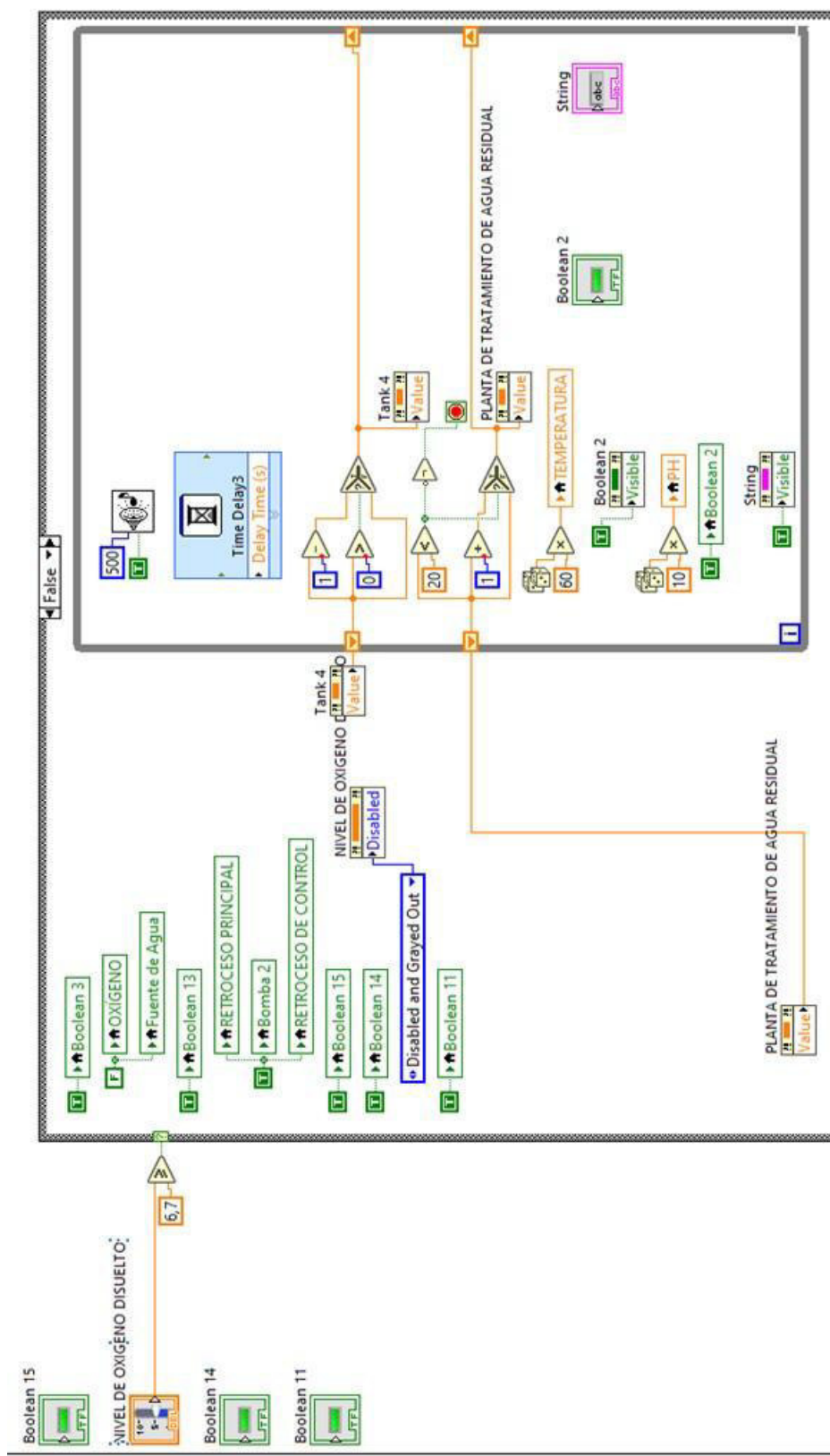


Si la válvula no está presionada se quedará esperando la instrucción del usuario.

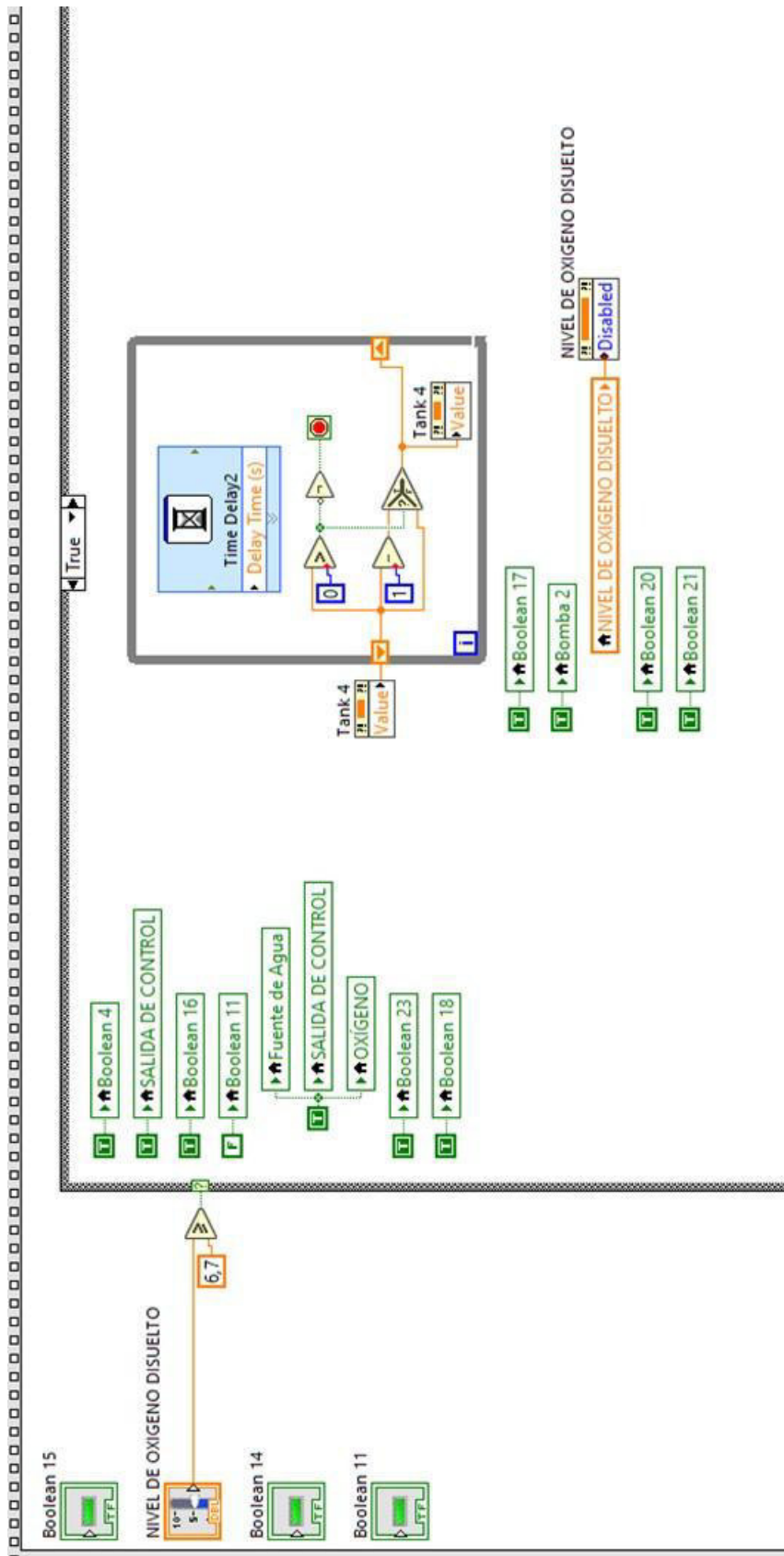


Al presionar la válvula empieza con el llenado del tanque de la unidad de control. A su vez, con el vaciado de la planta de tratamiento de agua residual.

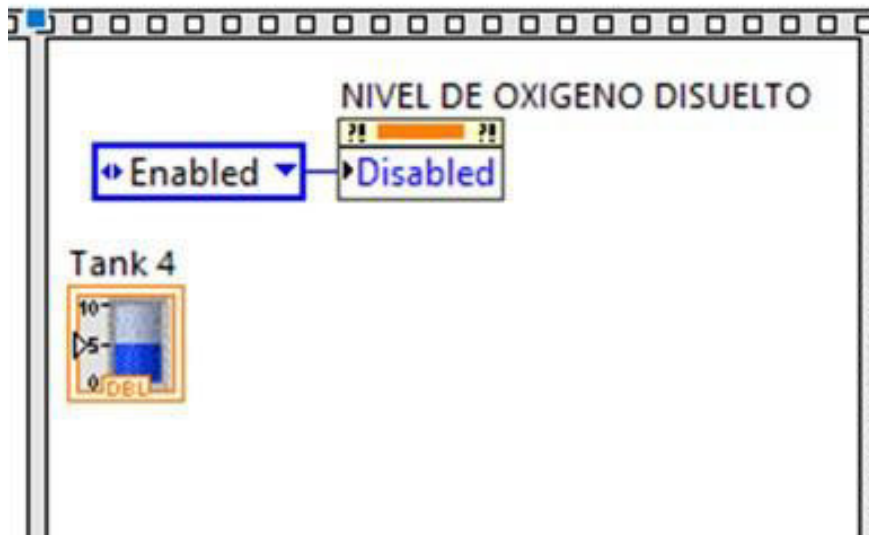




Luego, se enciende la segunda bomba y si el nivel del líquido disuelto es menor a 6.7, se encenderá una alarma que indicará un bajo nivel de oxígeno.

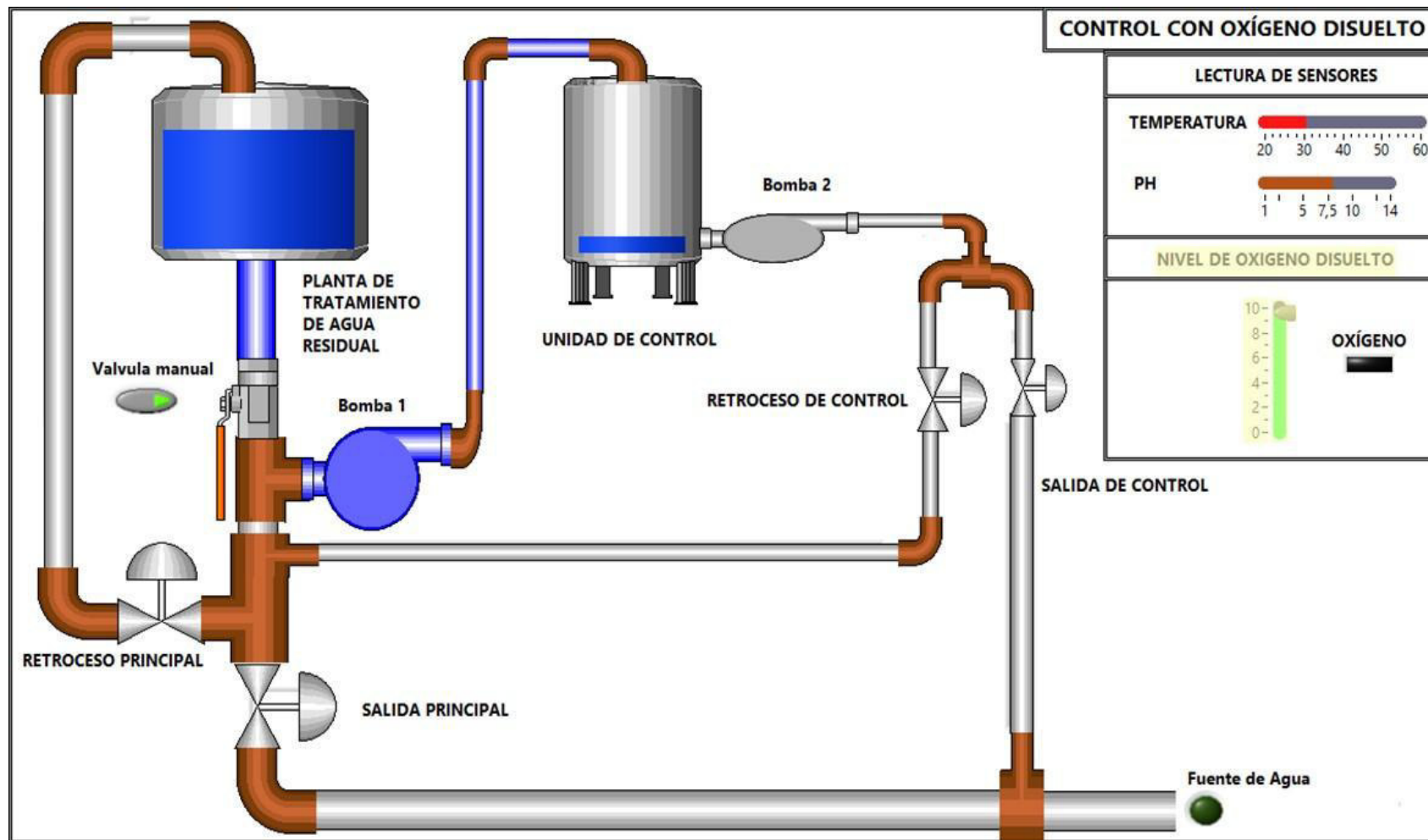


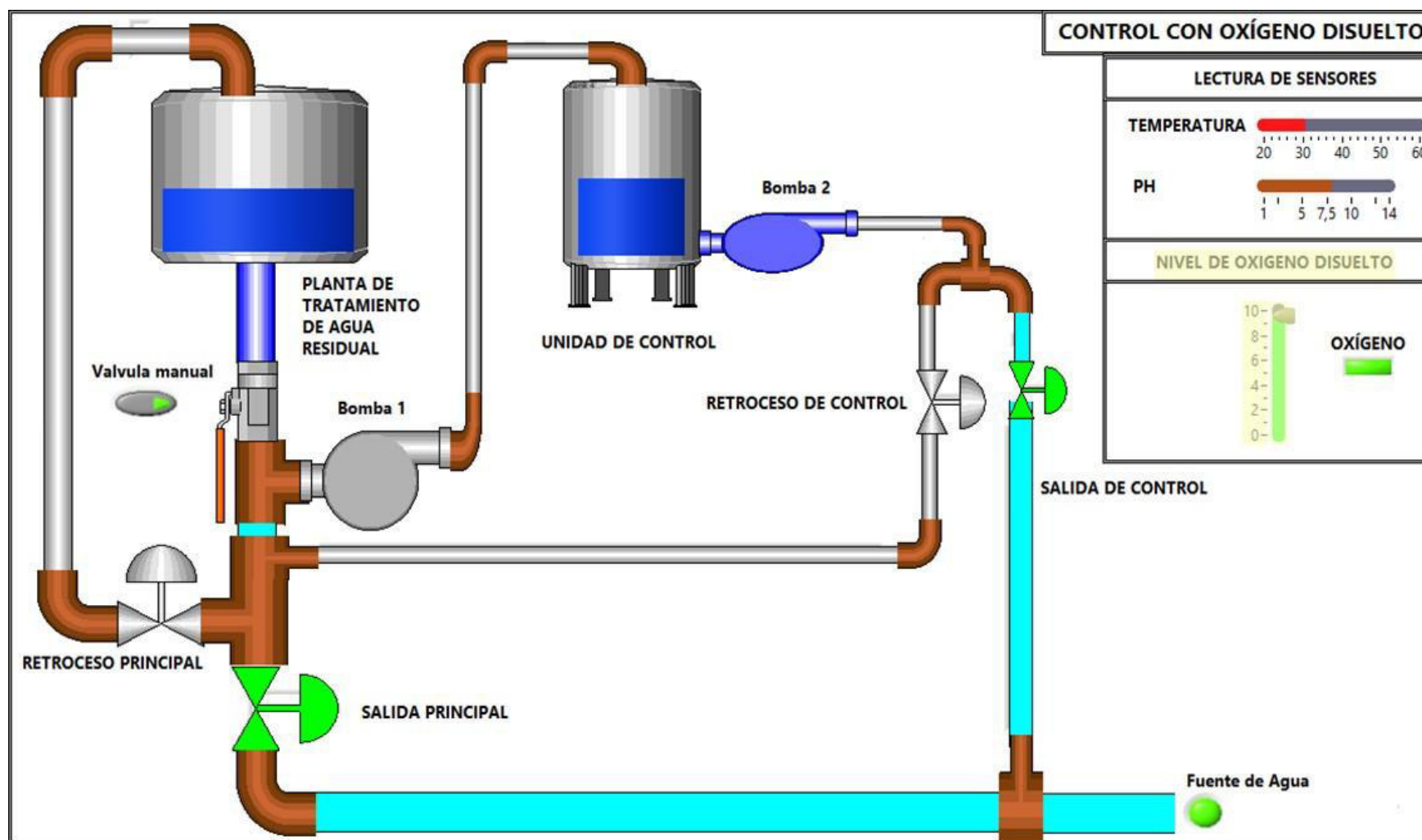
En caso de que el oxígeno disuelto es mayor a 6.7, irá directamente a la fuente de agua.

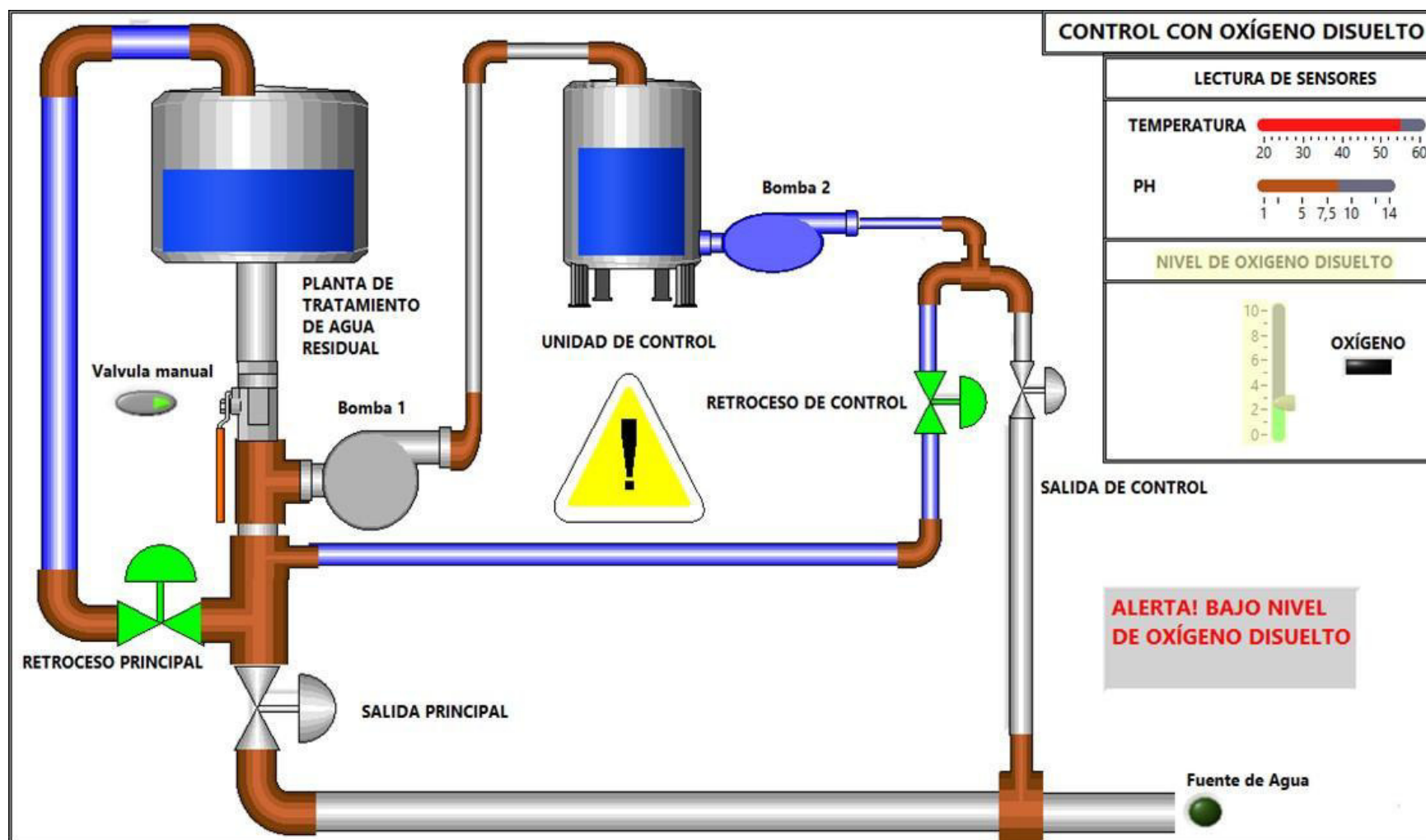


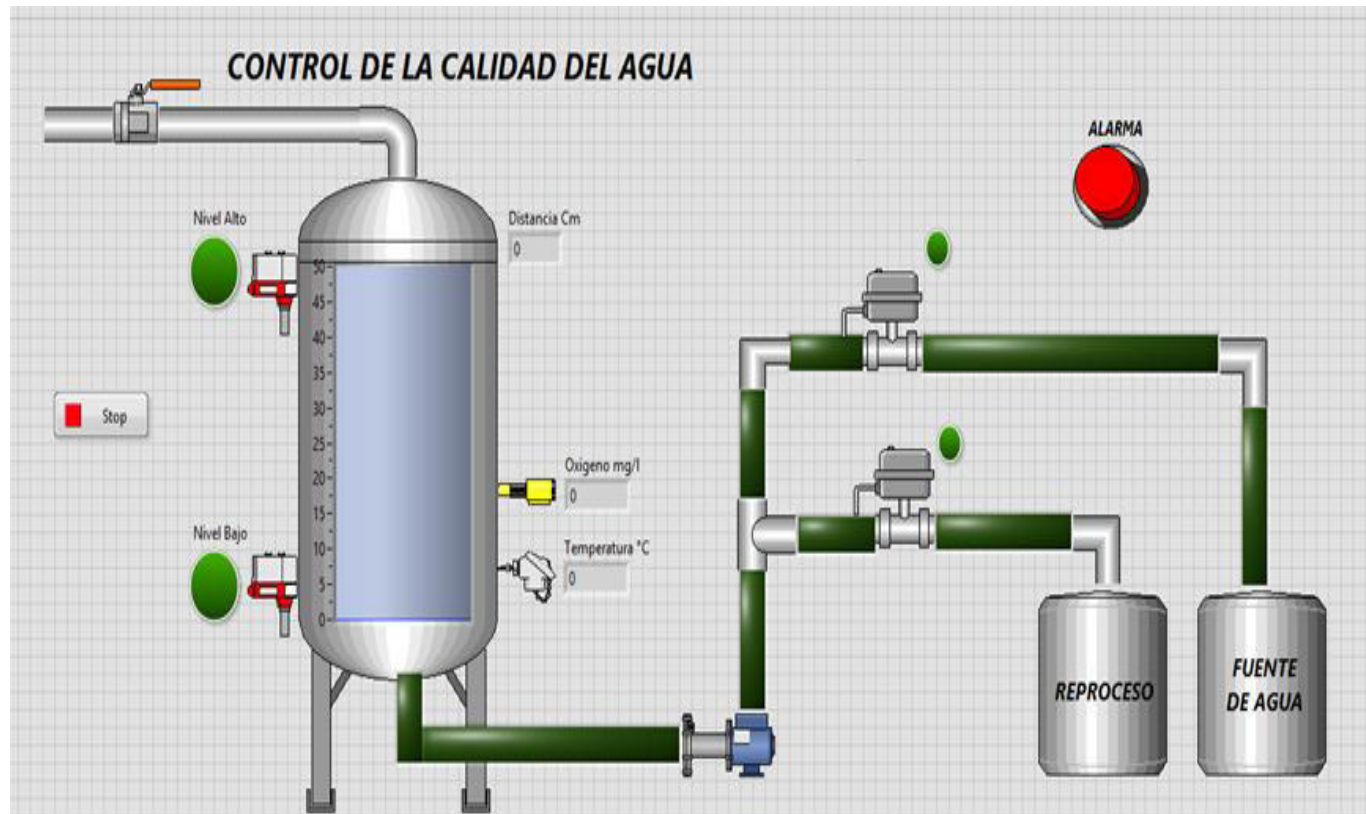
Esta parte de la programación habilita el control del nivel del oxígeno.

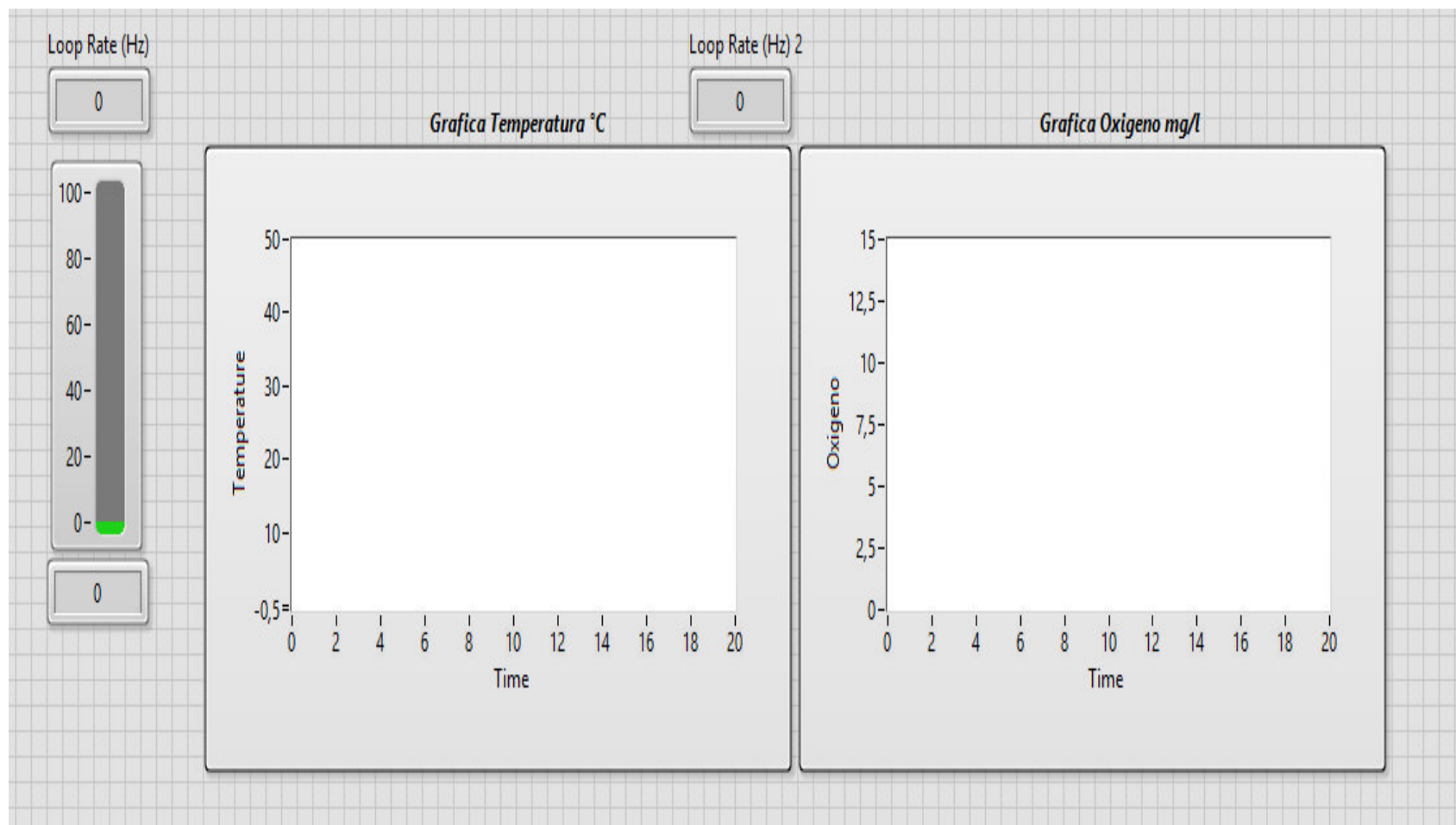
Anexo 27 Diagramas de la Unidad de Control



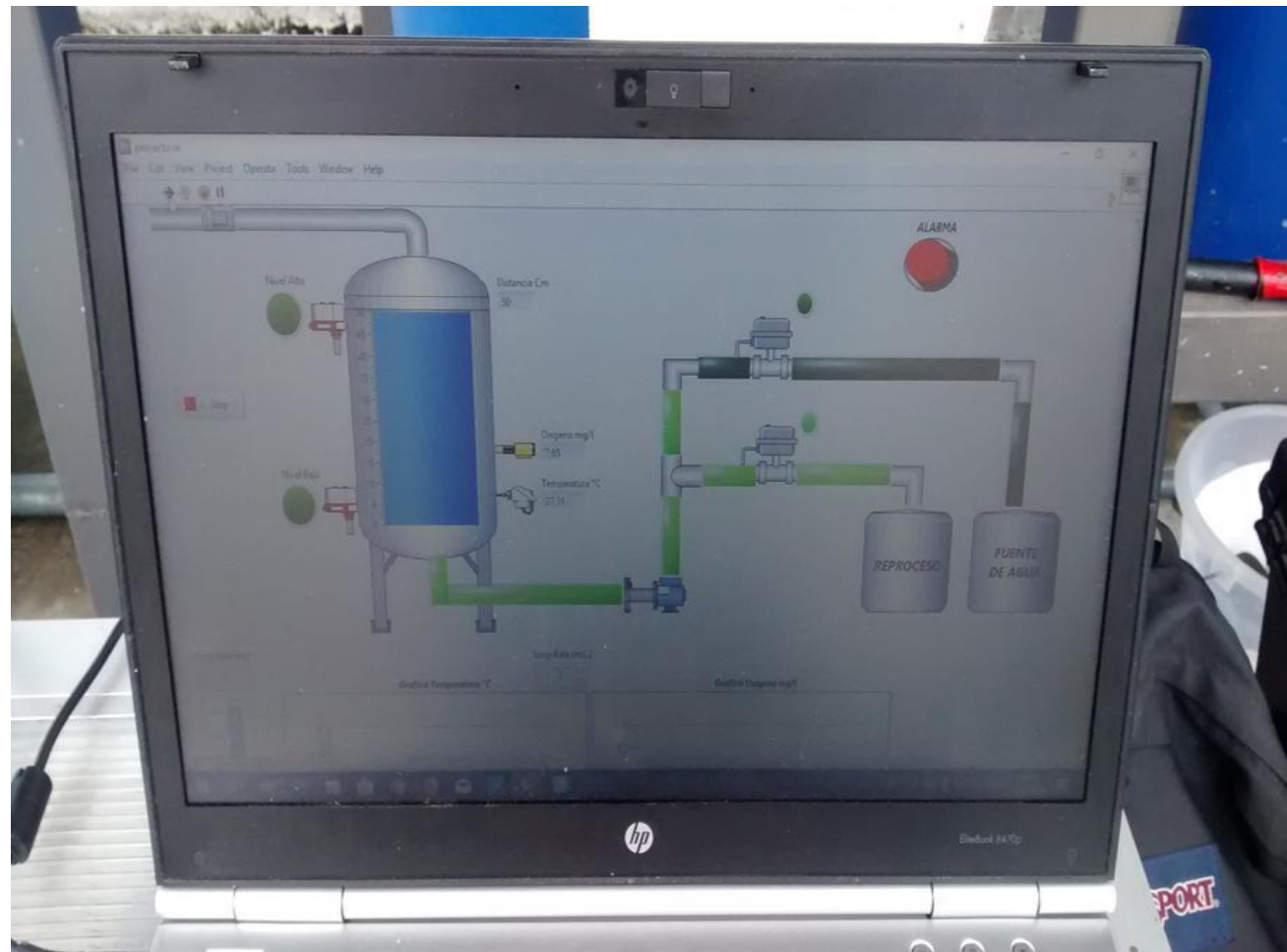


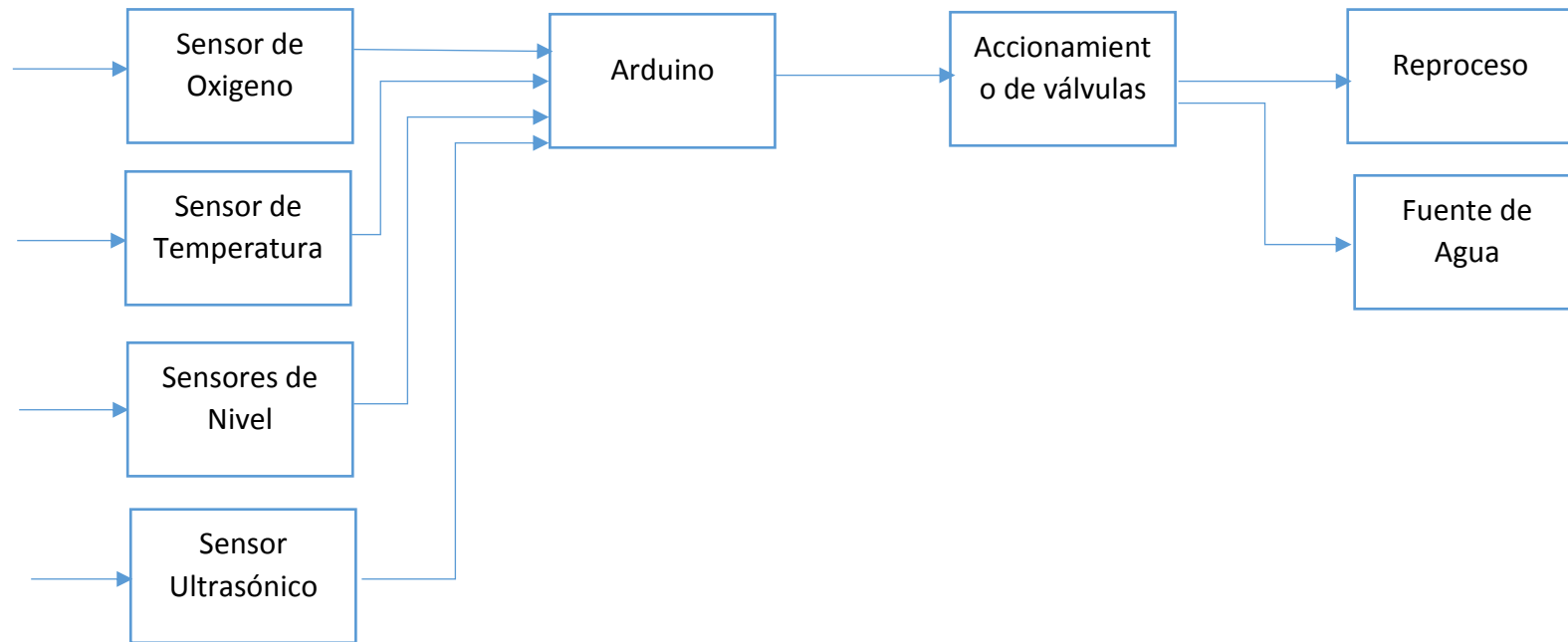


Anexo 28 Pantallas de Monitoreo de los Datos de la Unidad de Control







Anexo 29 Diagrama de Control

Anexo 30 Resultados de Monitoreos en la Fuente de Agua Dulce en Marzo

RESULTADOS DE MONITOREOS DE FUENTE DE AGUA						
Hora	Coordenadas		Punto	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto	
	x	y			mg/Lt	% Saturación
09H00	615928	9778034	1	25,8	5,25	64
	616591	9776728	2	25,2	5,91	71
	616527	9776719	3	26,2	5,05	62
	617746	9777176	4	25,9	4,8	58
	618109	9776410	5	26,9	4,75	59
	617958	9775792	6	27,2	5	62
	617948	9775660	7	26,2	5,6	68
	618592	9774767	8	27,2	4,3	53
	617830	9773266	9	25,9	4,4	54
	617846	9772784	10	26,8	4,05	50
	617898	9771994	11	26,9	3,65	45
	618395	9771572	12	27,9	2,6	33
	619074	9771686	13	27,1	1,95	24
	619386	9772058	14	27,2	4,5	56
	618564	9775072	15	27,3	4,3	53

11H00	615928	9778034	1	28,2	5,2	66
	616591	9776728	2	26,2	5,05	62
	616527	9776719	3	26,1	5,94	72
	617746	9777176	4	27,3	5,34	66
	618109	9776410	5	27,4	5,36	66
	617958	9775792	6	26,9	5,03	62
	617948	9775660	7	26,8	4,63	57
	618592	9774767	8	27,3	5,01	62
	617830	9773266	9	26,3	4,95	60
	617846	9772784	10	28,2	4,78	60
	617898	9771994	11	27,1	4,65	58
	618395	9771572	12	26,2	4,81	59
	619074	9771686	13	26,2	4,65	57
	619386	9772058	14	24,9	5,02	60
	618564	9775072	15	26,8	5,51	68

13H00	615928	9778034	1	28,1	4,99	63
	616591	9776728	2	27,8	4,08	51
	616527	9776719	3	26,9	4,38	54
	617746	9777176	4	26,8	4,78	59
	618109	9776410	5	28,1	4,76	60
	617958	9775792	6	28,2	5,31	67
	617948	9775660	7	28,3	4,53	57
	618592	9774767	8	28,4	4,08	51
	617830	9773266	9	28,3	4,13	52
	617846	9772784	10	28,2	4,12	52
	617898	9771994	11	28,2	4,21	53
	618395	9771572	12	28,1	4,54	57
	619074	9771686	13	28,2	4,15	52
	619386	9772058	14	27,1	4,65	58
	618564	9775072	15	27,9	4,57	58

15H00	615928	9778034	1	28,8	5,65	72
	616591	9776728	2	30,6	5,01	66
	616527	9776719	3	28,3	5,35	67
	617746	9777176	4	27,8	4,35	55
	618109	9776410	5	27,9	5,91	75
	617958	9775792	6	27,6	5,02	63
	617948	9775660	7	27,7	4,93	62
	618592	9774767	8	26,9	5,08	63
	617830	9773266	9	27,4	5,07	63
	617846	9772784	10	27,3	2,21	27
	617898	9771994	11	27,4	4,05	50
	618395	9771572	12	27,2	1,89	23
	619074	9771686	13	27,1	3,31	41
	619386	9772058	14	27,2	5,09	63
	618564	9775072	15	27,1	4,15	51

17H00	615928	9778034	1	26,6	5,45	68
	616591	9776728	2	27,3	4,98	62
	616527	9776719	3	27,2	5,01	62
	617746	9777176	4	27,1	4,15	51
	618109	9776410	5	27,3	5,65	70
	617958	9775792	6	27,2	5,72	71
	617948	9775660	7	27,1	6,98	86
	618592	9774767	8	25,9	3,76	46
	617830	9773266	9	25,2	6,09	73
	617846	9772784	10	26,3	2,14	26
	617898	9771994	11	25,9	1,89	23
	618395	9771572	12	26,2	3,22	39
	619074	9771686	13	26,1	5,96	73
	619386	9772058	14	25,8	3,86	47
	618564	9775072	15	25,8	4,15	51

Anexo 31 Resultados de Monitoreos en la Fuente de Agua Dulce en Junio 2017

RESULTADOS DE MONITOREOS EN JUNIO						
Hora	Cordenadas		Punto	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto	
	x	y			mg/Lt	% Saturación
09H00	615928	9778034	1	26,0	5,2	63
	616591	9776728	2	25,0	5,9	71
	616527	9776719	3	26,0	5,5	67
	617746	9777176	4	26,0	4,7	57
	618109	9776410	5	27,0	4,7	58
	617958	9775792	6	27,0	5,7	71
	617948	9775660	7	26,0	5,2	63
	618592	9774767	8	27,0	4,4	55
	617830	9773266	9	26,0	4,2	51
	617846	9772784	10	27,0	4,1	51
	617898	9771994	11	27,0	3,7	46
	618395	9771572	12	28,0	2,7	34
	619074	9771686	13	27,0	1,9	24
	619386	9772058	14	27,0	4,4	55
	618564	9775072	15	27,0	4,2	52
11H00	615928	9778034	1	28,0	5,3	67
	616591	9776728	2	26,3	5,03	61
	616527	9776719	3	26,0	5,96	73
	617746	9777176	4	27,0	5,33	66
	618109	9776410	5	27,0	5,37	67
	617958	9775792	6	27,0	5,38	67
	617948	9775660	7	27,0	4,66	58
	618592	9774767	8	27,0	5,05	63
	617830	9773266	9	26,0	4,97	61
	617846	9772784	10	28,0	4,8	61
	617898	9771994	11	27,0	4,69	58
	618395	9771572	12	26,0	5	61
	619074	9771686	13	26,0	4,7	57
	619386	9772058	14	25,0	5,26	63
	618564	9775072	15	27,0	5,9	73

13H00	615928	9778034	1	28,2	4,98	63
	616591	9776728	2	27,7	4,06	51
	616527	9776719	3	26,8	4,58	57
	617746	9777176	4	27,0	4,8	59
	618109	9776410	5	28,0	4,77	60
	617958	9775792	6	28,0	5,32	67
	617948	9775660	7	28,0	4,57	58
	618592	9774767	8	28,0	4,06	51
	617830	9773266	9	28,0	4,1	52
	617846	9772784	10	28,0	4,42	56
	617898	9771994	11	28,0	4,57	58
	618395	9771572	12	28,0	4,64	59
	619074	9771686	13	28,0	4,2	53
	619386	9772058	14	27,0	4,49	56
	618564	9775072	15	28,0	4,94	62

15H00	615928	9778034	1	28,9	5,47	70
	616591	9776728	2	30,9	4,9	65
	616527	9776719	3	28,2	5,32	67
	617746	9777176	4	27,7	4,2	53
	618109	9776410	5	27,6	5,92	75
	617958	9775792	6	27,5	5,03	63
	617948	9775660	7	27,6	4,9	62
	618592	9774767	8	26,8	5,03	62
	617830	9773266	9	27,3	5,02	62
	617846	9772784	10	27,2	2,09	26
	617898	9771994	11	27,3	4	50
	618395	9771572	12	27,3	1,33	16
	619074	9771686	13	27,2	5,35	66
	619386	9772058	14	27,0	5	62
	618564	9775072	15	27,0	4,05	50

17H00	615928	9778034	1	26,5	5,97	74
	616591	9776728	2	27,1	4,38	54
	616527	9776719	3	27,0	5,5	68
	617746	9777176	4	27,1	4,06	50
	618109	9776410	5	27,4	5,9	73
	617958	9775792	6	27,3	5,9	73
	617948	9775660	7	27,3	7,08	88
	618592	9774767	8	25,8	3,9	48
	617830	9773266	9	25,3	6,23	75
	617846	9772784	10	26,1	2,01	24
	617898	9771994	11	25,7	1,8	22
	618395	9771572	12	25,8	3,15	38
	619074	9771686	13	25,6	6	73
	619386	9772058	14	25,7	3,8	46
	618564	9775072	15	26,1	4,05	49

Anexo 32 Resultados de Monitoreos en la Fuente de Agua Dulce en Septiembre en
2017

RESULTADOS DE LOS MONITOREOS EN SEPTIEMBRE						
Hora	Coordenadas		Punto	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto	
	x	y			mg/Lt	% Saturación
09H00	615928	9778034	1	26,2	5,31	65
	616591	9776728	2	25,3	5,92	71
	616527	9776719	3	26,4	5,06	62
	617746	9777176	4	26,3	4,89	60
	618109	9776410	5	26,9	4,76	59
	617958	9775792	6	27,4	4,98	62
	617948	9775660	7	26,3	5,55	68
	618592	9774767	8	27,2	4,35	54
	617830	9773266	9	26,3	4,45	54
	617846	9772784	10	26,9	4,15	51
	617898	9771994	11	27,4	3,75	46
	618395	9771572	12	27,9	2,58	33
	619074	9771686	13	26,8	1,92	24
	619386	9772058	14	26,9	4,45	55
	618564	9775072	15	27,2	4,32	54
11H00	615928	9778034	1	28,3	5,23	66
	616591	9776728	2	26,4	5,06	62
	616527	9776719	3	26,2	5,94	72
	617746	9777176	4	27,1	5,23	65
	618109	9776410	5	26,9	5,38	67
	617958	9775792	6	26,8	5,02	62
	617948	9775660	7	26,8	4,65	58
	618592	9774767	8	26,9	5,03	62
	617830	9773266	9	25,9	4,96	60
	617846	9772784	10	27,9	4,76	60
	617898	9771994	11	26,8	4,66	58
	618395	9771572	12	26,2	4,82	59
	619074	9771686	13	26,1	4,62	56
	619386	9772058	14	25,4	5,01	60
	618564	9775072	15	27,4	5,41	67

13H00	615928	9778034	1	28,3	4,89	62
	616591	9776728	2	27,8	4,09	52
	616527	9776719	3	26,9	4,35	54
	617746	9777176	4	27,2	4,75	59
	618109	9776410	5	28,2	4,73	60
	617958	9775792	6	27,9	5,35	67
	617948	9775660	7	27,8	4,53	57
	618592	9774767	8	28,4	4,06	51
	617830	9773266	9	28,3	4,12	52
	617846	9772784	10	27,9	4,14	52
	617898	9771994	11	27,8	4,19	53
	618395	9771572	12	28,2	4,53	57
	619074	9771686	13	28,1	4,17	53
	619386	9772058	14	27,2	4,66	58
	618564	9775072	15	28,2	4,58	58

15H00	615928	9778034	1	28,8	5,59	72
	616591	9776728	2	31,2	5,02	67
	616527	9776719	3	28,3	5,33	67
	617746	9777176	4	28,1	4,36	55
	618109	9776410	5	27,9	5,89	74
	617958	9775792	6	27,6	5,05	64
	617948	9775660	7	28,1	4,96	63
	618592	9774767	8	27,2	5,11	63
	617830	9773266	9	26,9	5,09	63
	617846	9772784	10	26,9	2,25	28
	617898	9771994	11	27,1	4,16	52
	618395	9771572	12	27,1	1,92	24
	619074	9771686	13	26,9	3,35	42
	619386	9772058	14	26,8	5,05	63
	618564	9775072	15	26,9	4,18	52

17H00	615928	9778034	1	26,6	5,42	67
	616591	9776728	2	27,3	4,95	61
	616527	9776719	3	27,1	5,04	62
	617746	9777176	4	27,3	4,17	52
	618109	9776410	5	27,1	5,57	69
	617958	9775792	6	27,1	5,69	71
	617948	9775660	7	27,2	6,95	86
	618592	9774767	8	26,1	3,45	42
	617830	9773266	9	25,2	6,07	73
	617846	9772784	10	26,2	2,18	27
	617898	9771994	11	25,8	1,95	24
	618395	9771572	12	26,1	3,25	40
	619074	9771686	13	26,2	5,78	70
	619386	9772058	14	26,3	3,91	48
	618564	9775072	15	26,2	4,16	51

Anexo 33 Resultados de Monitoreos en la Fuente de Agua Dulce en Diciembre 2017

RESULTADOS DE LOS MONITOREOS EN DICIEMBRE						
Hora	Coordenadas		Punto	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto	
	x	y			mg/Lt	% Saturación
09H00	615928	9778034	1	25,9	5,23	64
	616591	9776728	2	25,1	5,89	70
	616527	9776719	3	25,8	5,05	62
	617746	9777176	4	26,2	4,75	58
	618109	9776410	5	26,8	4,68	58
	617958	9775792	6	26,7	4,9	61
	617948	9775660	7	26,2	5,6	68
	618592	9774767	8	27,1	4,42	55
	617830	9773266	9	25,8	4,5	55
	617846	9772784	10	26,7	4,2	52
	617898	9771994	11	27,0	3,6	45
	618395	9771572	12	28,2	2,55	32
	619074	9771686	13	26,9	1,98	25
	619386	9772058	14	26,8	4,51	56
	618564	9775072	15	26,9	4,35	54

11H00	615928	9778034	1	27,8	5,21	66
	616591	9776728	2	26,2	5,07	62
	616527	9776719	3	26,1	5,91	72
	617746	9777176	4	26,9	5,21	65
	618109	9776410	5	27,1	5,36	66
	617958	9775792	6	27,2	5,04	62
	617948	9775660	7	27,3	4,67	58
	618592	9774767	8	27,1	5,06	63
	617830	9773266	9	26,1	4,91	60
	617846	9772784	10	27,9	4,73	60
	617898	9771994	11	27,3	4,56	57
	618395	9771572	12	25,9	4,75	58
	619074	9771686	13	26,0	4,62	56
	619386	9772058	14	24,8	5,04	60
	618564	9775072	15	26,7	5,36	66

13H00	615928	9778034	1	28,1	4,92	62
	616591	9776728	2	27,8	4,11	52
	616527	9776719	3	27,1	4,34	54
	617746	9777176	4	27,2	4,66	58
	618109	9776410	5	28,1	4,76	60
	617958	9775792	6	28,2	5,29	67
	617948	9775660	7	28,1	4,54	57
	618592	9774767	8	28,2	4,09	52
	617830	9773266	9	28,1	4,15	52
	617846	9772784	10	28,2	4,16	52
	617898	9771994	11	28,3	4,17	53
	618395	9771572	12	28,1	4,55	57
	619074	9771686	13	27,9	4,14	52
	619386	9772058	14	26,9	4,68	58
	618564	9775072	15	28,2	4,56	58

15H00	615928	9778034	1	29,1	5,49	70
	616591	9776728	2	31,1	5,06	67
	616527	9776719	3	27,8	5,35	67
	617746	9777176	4	28,2	4,34	55
	618109	9776410	5	28,1	5,79	73
	617958	9775792	6	28,1	5,07	64
	617948	9775660	7	27,9	4,96	63
	618592	9774767	8	26,9	5,12	63
	617830	9773266	9	27,1	5,01	62
	617846	9772784	10	27,3	2,35	29
	617898	9771994	11	27,2	4,18	52
	618395	9771572	12	27,1	1,96	24
	619074	9771686	13	27,1	3,45	43
	619386	9772058	14	26,9	5,09	63
	618564	9775072	15	26,8	4,25	53

17H00	615928	9778034	1	26,7	5,40	67
	616591	9776728	2	27,2	4,92	61
	616527	9776719	3	27,1	5,06	63
	617746	9777176	4	27,2	4,21	52
	618109	9776410	5	27,3	5,43	67
	617958	9775792	6	27,2	5,56	69
	617948	9775660	7	27,1	6,95	86
	618592	9774767	8	25,4	3,42	42
	617830	9773266	9	25,2	6,01	72
	617846	9772784	10	26,2	2,35	29
	617898	9771994	11	25,8	1,97	24
	618395	9771572	12	25,9	3,22	39
	619074	9771686	13	26,1	5,68	69
	619386	9772058	14	26,2	3,92	48
	618564	9775072	15	25,9	4,15	51

Anexo 34 Resultados de Monitoreos Realizados en la Unidad de Análisis en Primer Trimestre 2018

Resultados de monitoreos realizados en la Unidad de Análisis									
Mes	Día	Temperatura	Dosificación óptima requerida	Dosificación aplicada	Sólidos Totales	DQO	DBO ₅	Oxígeno Disuelto	Caudal
		°C	ml/lit	ml/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	m3/hr
Enero	1	26	6	10	2000	680,7	279,1	4,7	30,0
	2	27	8	12	2201	436,3	192,0	4,1	31,0
	3	26	5	7	3500	258,6	124,1	4,3	30,0
	4	26	10	11	3800	356,6	167,6	4,7	29,9
	5	26	12	10	2004	508,3	259,2	4,5	29,8
	6	28	10	8	1800	568,34	238,7	4,3	30,2
	7	27	4	5	1550	498	224,1	4,2	30,0
	8	26	10	12	2200	420	180,6	4,1	29,9
	9	24	5	8	2150	389	190,6	4,7	30,0
	10	26	5	10	1750	544,5	228,7	4,6	30,0
	11	25	5	9	1651	498,56	249,3	4,1	31,0
	12	28	5	5	1895	484,36	227,9	3,8	30,0
	13	26	6	6	1738	410,3	194,0	3,7	29,9
	14	24	10	10	2176	357,8	170,1	3,9	29,8
	15	25	4	6	2267	368,67	176,1	3,7	30,2
	16	27	10	10	2167	285,3	136,9	4,1	30,0

Resultados de monitoreos realizados en la Unidad de Análisis									
Mes	Día	Temperatura	Dosificación óptima requerida	Dosificación aplicada	Sólidos Totales	DQO	DBO ₅	Oxígeno Disuelto	Caudal
		°C	ml/l	ml/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	m3/hr
Enero	17	26	8	10	1987	320,7	154,7	3,2	29,9
	18	25	5	3	1754	389,9	189,0	3,1	30,0
	19	28	6	3	1893	413,2	201,3	3,0	30,1
	20	27	4	2	1954	508,3	248,8	3,4	30,2
	21	26	5	8	2565	479,7	235,9	3,1	30,0
	22	26	7	12	1536	563,78	278,6	3,1	29,8
	23	26	8	13	1656	623,89	309,8	4,2	30,5
	24	26	6	9	1720	635,89	317,3	4,1	31,0
	25	25	5	10	1625	601,24	301,4	3,9	29,0
	26	26	10	6	1652	587,9	264,6	3,7	30,0
	27	27	8	10	1629	467,89	191,8	4,1	30,0
	28	26	5	5	1893	489,6	215,4	3,8	31,0
	29	26	10	9	1920	450,67	216,3	3,7	30,0
	30	26	8	10	1756	367,67	172,8	3,9	29,9
	31	28	5	8	1898	353,1	173,0	3,7	29,8

Resultados de monitoreos realizados en la Unidad de Análisis									
Mes	Día	Temperatura	Dosificación óptima requerida	Dosificación aplicada	Sólidos Totales	DQO	DBO ₅	Oxígeno Disuelto	Caudal
		°C	ml/lt	ml/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	m3/hr
Febrero	1	27	10	10	2010	287,5	120,8	4,1	30,2
	2	26	8	8	1987	298	134,1	3,2	30,0
	3	24	5	5	1754	300,5	129,2	3,1	29,9
	4	26	8	10	1985	440,9	216,0	4,1	30,0
	5	25	5	12	2025	447,8	188,1	3,4	30,0
	6	28	2	2	1645	578,9	289,5	3,1	31,0
	7	26	8	10	1632	491,2	231,1	3,1	30,0
	8	24	6	7	1789	467,1	220,9	4,2	29,9
	9	25	5	8	1643	492,9	234,3	4,1	29,8
	10	27	6	10	1769	317,5	151,6	3,9	30,2
	11	26	5	6	2020	328,5	157,7	3,7	30,0
	12	25	8	10	1651	377,5	182,1	4,1	29,9
	13	28	10	8	1824	398	192,9	3,8	30,0
	14	27	8	10	1931	411,7	200,5	3,7	30,1

Resultados de monitoreos realizados en la Unidad de Análisis									
Mes	Día	Temperatura	Dosificación óptima requerida	Dosificación aplicada	Sólidos Totales	DQO	DBO ₅	Oxígeno Disuelto	Caudal
		°C	ml/lit	ml/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	m3/hr
Febrero	15	25	5	10	1854	534,6	261,7	3,9	30,2
	16	24	8	12	1692	515,2	253,4	3,7	30,0
	17	26	10	13	1621	498,2	246,2	4,1	29,8
	18	27	6	9	1932	408,7	202,9	3,2	30,5
	19	25	8	10	1702	456,8	227,9	3,1	31,0
	20	24	10	12	1835	440,6	220,9	4,1	29,0
	21	26	12	14	1951	405,6	204,3	3,4	30,0
	22	27	10	12	1892	430,8	206,8	3,1	30,0
	23	26	8	10	2008	377,8	177,6	3,1	31,0
	24	27	5	8	1989	385,6	196,7	4,2	30,0
	25	26	8	10	1754	456,7	223,8	4,1	29,9
	26	26	6	10	1638	578,9	260,5	3,9	29,8
	27	26	10	12	1789	589	282,7	3,7	30,2
	28	28	12	15	1645	498,5	234,3	4,1	30,0

Resultados de monitoreos realizados en la Unidad de Análisis									
Mes	Día	Temperatura	Dosificación óptima requerida	Dosificación aplicada	Sólidos Totales	DQO	DBO ₅	Oxígeno Disuelto	Caudal
		°C	ml/l	ml/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	m3/hr
Marzo	1	27	10	12	1703	501,6	255,8	3,8	29,9
	2	26	12	12	1890	536,7	263,0	3,7	30,0
	3	24	8	10	2018	578,8	260,5	3,9	30,0
	4	26	6	10	1801	464,6	223,0	3,7	31,0
	5	25	8	14	1893	456,8	214,7	4,1	30,0
	6	28	10	12	1703	456,7	232,9	3,2	29,9
	7	26	8	12	1678	490,8	240,5	3,1	29,8
	8	24	6	8	1981	465,7	209,6	3,7	30,2
	9	25	7	10	1935	484,2	232,4	3,4	30,0
	10	27	5	10	1876	489,6	230,1	3,1	29,9
	11	26	8	12	1767	468,2	238,8	3,1	30,0
	12	25	9	12	1634	489,7	240,0	4,2	30,1
	13	28	5	10	1789	506,4	227,9	4,1	30,2
	14	27	8	12	1892	484,2	232,4	3,9	30,0
	15	26	6	15	1938	438,5	206,1	3,7	29,8

Resultados de monitoreos realizados en la Unidad de Análisis									
Mes	Día	Temperatura	Dosificación óptima requerida	Dosificación aplicada	Sólidos Totales	DQO	DBO ₅	Oxígeno Disuelto	Caudal
		°C	ml/l	ml/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	mg/Lt	m3/hr
Marzo	16	26	9	12	2035	387,5	197,6	4,1	30,5
	17	26	10	15	1778	396,5	194,3	3,8	31,0
	18	26	4	8	1692	450,6	202,8	3,7	29,0
	19	25	5	8	2091	468,9	220,6	3,9	30,0
	20	26	4	8	1787	440,5	208,3	3,7	31,0
	21	27	6	10	1691	459,7	218,5	4,1	30,0
	22	26	9	12	1983	487,5	232,8	3,2	29,9
	23	26	10	14	2021	468,5	187,4	3,1	30,2
	24	26	8	12	1682	496,5	213,5	3,0	30,0
	25	28	5	10	1832	458,6	215,5	3,4	30,0
	26	27	4	6	2025	476,4	232,1	3,1	30,0
	27	26	6	8	1642	465,3	227,7	3,1	31,0
	28	24	5	10	1792	490,4	241,2	4,2	31,0
	29	26	10	12	1832	484,5	203,5	4,1	30,5
	30	25	8	12	1944	498	247,3	3,9	29,9
	31	28	8	10	1665	504,2	231,9	3,7	30,0

Anexo 35 Empresas Ubicadas en la Zona Norte que Descargan Agua Residual Hacia la Fuente de Agua Dulce.

EMPRESAS UBICADAS EN LA ZONA NORTE DE GUAYAQUIL QUE DESCARGAN AGUA RESIDUAL A LA FUENTE DE AGUA DULCE			
No	NOMBRE DE EMPRESA	DIRECCIÓN	ACTIVIDAD
1	AGRIPAC S.A.	KM 15 VÍA A DAULE	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS AGROQUÍMICOS
2	AGRITOP S.A.	CDLA. LOTIZACION INMACONSA CALLE. 32 S/N E/ CEDROS Y AV.42 A SL. 8 CNJ. PLAZA SAI BABA 2 ED.PARQUE EL SAUCE BOD,18	ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO Y DEPOSITO DE MERCADERIAS
3	AGRONUTRIENTES C.A.	PASCUALES LOT. INMACONSA CALLE BETA SOLAR 13 Y CALLE B MZ. 33 KM. 11,5 VIA GUAYAQUIL-DAULE	ALMACENAMIENTO
4	AGROSPECIALITIES S.A.	LOT. INMACONSA # 38 MZ.7	VENTA AL POR MAYOR DE PRODUCTOS QUIMICOS
5	AJECUADOR S.A.	KM. 15,5 VIA DAULE, AV. ROSAVIN 28 y 55.	ELABORACIÓN DE BEBIDAS GASEOSAS
6	ALPATRANS S. A	LOT. INMACONSA 12-15 MZ. 28 KM 11.5 VIA A DAULE	SERV. DE RECOLECCION DE BOD. DE AGUAS NEGRAS O RES. DE COMBUSTIBLES
7	AMCOR RIGID PLASTICS ECUADOR S.A.	AVENIDA ORELLANA INTERSECCIÓN VÍA PERIMETRAL	Elaboración de plásticos

8	ANDINA METALES ANDIMET CIA LTDA.	INMACONSA LAURELES SL 39 MZ 3KM 9.5 VIA DAULE	ACT RECICLAJE, REUTILIZ, RECUP Y VTA AL X MAYOR Y MENOR DE METALES TANTO FERROSOS COMO NO FERROSOS
9	AROMALI S.A.	VIA DAULE KM 10 AV. HONORATO VASQUEZ S/N Y AV. 42 A NO	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS AROMÁTICOS
10	ARTEOFI S.A.	LOT. INMACONSA CALLE: A SL.11 CALLEJON: TECAS MZ.19 CJUNTO: SECT. INDUSTRIAL INMACONSA VIA A DAULE KM. 11.5	FABRICACION DE MUEBLES EN GENERAL
11	AVÍCOLA FERNÁNDEZ – DISCARINA S.A. ALMACÉN PARQUE CALIFORNIA.	PARQUE CALIFORNIA KM 11 VÍA DAULE	FAENAMIENTO DE AVES
12	BABALU S.A.	LOT INMACONSA 2DA ETAP # 2-3 Y 103 MZ 103 ISLA IB-107-B MALL EL FORTIN	VENTA AL POR MAYOR Y MENOR DE PRENDAS DE VESTIR BABALU STYLE
13	BALORU S.A.	KM. 16.5 VÍA A DAULE	ELABORACIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS
14	BOFLEX S.A.	LOT. INMACONSA CALLE: TECA SL. 20 Y GAMA ED: PARQUE INDUSTRIAL INMACONSA MZ.37 P: 0 KM. 25 VIA PERIMETRAL	FABRICACION DE MANGUERAS Y SUS ACCESORIOS DE POLIETILENO
15	BORDIRA S.A.	CDLA. LOT. IND. INMACONSA CALLE: PRIMER CALLEJON 23A S/N Y AV. 42A	VTA X MAYOR DE MAQUINARIA Y EQUIPO AGROPECAURARIO
16	CALBAQ S.A.	KM 11,5 VÍA A DAULE,	FABRICACION Y VTA. DE PRODUCTOS QUIMICOS

17	CAMARÓN EXPORT C. LTDA.	PARQUE INDUSTRIAL PASCUALES. VÍA A DAULE KM. 16,5 CALLE COBRE Y ROSAVIN	EMPACADORA DE MARISCOS.
18	CARRIEL MENDOZA ZORAIDA VICENTA	CDLA. LOT. INDUSTRIAL INMACONSA SL-9 MZ.19-A GUAYAQUIL- DAULE KM 10,5	VTA. POR MENOR DE CARNES INCLUSO AVES DE CORRAL
19	CASTRO BURGOS EVELYNE YARITZA	ED. BODEGAS TEXTULON MZ. 1 SL. 21 BODEGA 2 LOT. INMACONSA KM. 12 1/2 CALLE C	VTA.POR MAYOR/MENOR DE ART.DE FERRETERIA
20	CATAECSA S.A.	CDLA. LOT. INMACONSA CALLE: EUCALIPTOS QUINQUELIOS MZ.9 SL.6	VTA.X MAY/MEN/DE EQUIPOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION
21	CEGAMARKETING S.A.	URB. INMACONSA MZ. 14-A SL. 17	FABRICACION Y VTA. AL POR MAY. Y MEN. DE PRODUCTOS QUIMICOS
22	CERVECERA AMBEV ECUADOR S.A.	KM. 14,5 VÍA A DAULE	ELABORACION DE BEBIDAS
23	CERVECERÍA NACIONAL CN S.A.	KM. 16,5 DE LA VÍA DAULE.	ELABORACIÓN DE BEBIDAS
24	CHEMIUMCORP S.A. – EXPORTADORA DEL OCÉANO PACÍFICO OCEANPAC S.A.	KM. 7,5 DE LA VÍA A DAULE	EMPACADORA DE MARISCOS.
25	CIDERSUS S.A.	CDLA. INMACONSA CALLE: MIRTOS MZ.3- B SL.45 Y CASUARINA KM 9.5 VIA DAULE	FABRICACION Y VTA. POR MAYOR DE PROD. DE HIERRO Y ACERO

26	COFEKA C. LTDA.	LOT. IND. INMACONSA AVE. PRINCIPAL ED. PLAZA SAN JORGE KM.10.5 VIA DAULE SL. 3 MZ. 28	VTA.X MAYOR/MENOR DE MATERIAL ELECTRICO
27	COFIMAR S.A.	LOT. INMACONSA KM 9.5 VIA DAULE CALLE MIRTOS SL 30 CASUARINA MZ 3 PB	EMPACADORA DE MARISCOS.
28	COMBLANC DEL ECUADOR S.A.	CDLA LOT.INDUSTRIAL INMACONSA SOLAR 4 MZ 1	ACT DE ELABORACION DE ALIMENTOS COMBLANC DEL ECUADOR S.A.
29	COMERCIAL IMPORTADORA ELECTRICA S.A. COIMPORELEC	LOT. INMACONSA CALLE: MONSANO S/N E/ CALLE: MANGOS - ALFA BL: P.B. BODEGA. 3 KM. 11 VIA A DAULE	VTA. X MAY/MEN/DE MAQ.APARATOS ELECTRICOS
30	COMERCIALIZADORA JUAN CARLOS ESPINOSA VEINTIMILLA CIA. LTDA.	LOT. INMACONSA CALLE: EUCALIPTOS #23 Y AV. CEDROS #42 VIA A DAULE KM. 9.5	CENTRO LOGISTICO Y BODEGA PARA LA VENTA DE ELECTRODOMESTICOS
31	COMPRAUTO S.A.	CDLA. INMACONSA NUMERO. 8	COMERCIALIZACION, COMPRA Y VENTA DE VEHICULOS
32	CONSORCIO PUERTO LIMPIO	KM. 2.5 AVENIDA CASUARINA.	RECOLECTORA DE RESIDUOS
33	CONSTRUCCIONES CIVILES Y METALICAS CONSTRUME S A	LOT.INMACONSA # 29- 30 MZ.14 KM.10 VIA DAULE	FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS
34	COSTASTRA S.A.	KM. 10 VÍA A DAULE, ENTRANDO FUERTE MILITAR HUANCAVILCA, CALLES CASUARINAS Y CEDROS	EMPACADORA DE MARISCOS.

35	CRISTALERIA DEL ECUADOR CRIDESA S.A.	KM 22.5 VÍA PERIMETRAL	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE VIDRIO
36	CULTIVOS INDUSTRIALIZADOS DEL MAR - CUINMAR S.A	KM. 9.5 VÍA A DAULE, CALLE CEDROS Y CASUARINAS	EMPACADORA DE MARISCOS.
37	DAQUI FUENTES JOHNNY NORTHON	CDLA. LOT. INMACONSA SL. 16 MZ. 24 KM. 9.5 VIA A DAULE	VTA. POR MAYOR Y MENOR DE MATERIALES DE RECICLAMIENTO
38	DE LOS RIOS FONDEVILA SEBASTIAN ANDRES	LOT. INDUSTRIAL INMACONSA MZ. 26 SL. 11	FABRICACION Y VTA. AL X MAY
39	DEGEREMCIA S.A.	KM 11,5 VÍA A DAULE SOLAR 7	OPERADOR DE ALIMENTOS
40	DEPOSITO Y TRANSPORTE DE CARGA PESADA DEPCARSELL S.A.	CDLA. LOT. INMACONSA Y CASUARINA SL.11-12 MZ. 32 CALLE. VIA PERIMETRAL KM 23.5 P.0	TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA
41	DISTRIBUIDORA DE CARNES Y ALIMENTOS DIGECA S.A	KM. 10.5 VÍA A DAULE, LOS CIRUELOS SL. 23 Y CEDROS – BETA	DISTRIBUIDORA DE CARNES Y ALIMENTOS
42	DYVENPRO DISTRIB Y VTA DE PRODUCT. SOCIEDAD ANONIMA.	INMACONSA VIA DAULE KM. 10 CALLE: QUINQUELLAS SL.6-1 Y ACACIAS MZ.9	VENTA AL POR MAYOR DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS
43	ECOBEL S.A.	KM 10 VIA A DAULE, PARQUE INDUSTRIAL INMACONSA, MIRTOS Y CASUARINAS MZ.3 SOLAR 24	ELABORACIÓN DE COSMÉTICOS
44	ECOENVASES C.LTDA.	INMACONSA SL-11 MZ-8 OFC.3 VIA A DAULE KM.9.5	VTA. X MAYOR DE ENVASES EN GENERAL (BODEGA)

45	ECUABIGSERVI S.A	CDLA. INMACONSA SEGUNDA ETAPA ED. C.C MALL DEL FORTIN MZ.103 SL.2-3 LC.26	VENTA AL POR MAYOR - MENOR DE PRODUCTOS TEXTILES
46	ECUACOTTON S.A.	KM 16.5 VÍA A DAULE	ELABORACIÓN DE TEXTILES DE ALGODÓN
47	ECUATORIANA DE PRODUCTOS QUÍMICOS S.A. - ECUAQUÍMICA	AV. FRANCISCO DE ORELLANA INTERSECCIÓN VÍA PERIMETRAL.	ELABORACIÓN DE AGROQUÍMICOS
48	ECUATORIANA DE SAL Y PRODUCTOS QUIMICOS C.A. (ECUASAL)	KM 12.5 DE LA VÍA A DAULE	ELABORACIÓN DE SAL
49	EECOL INDUSTRIAL ELECTRIC ECUADOR LIMITADA	LOTIZACION INMACONSA DOS CALLE: B E/ BETA Y GAMMA OF. 18 AL 21 KM. 12 MZ. 37 P: 0	VT.A.X MAY/MEN/MATERI/EQUIPOS ELECTRICOS
50	EMPACADORA CRUSTAMAR S.A. EMPACRUSA.	VÍA A DAULE, KM 19.5 CALLE EUCALIPTOS MZ. 10 SOLAR 2	EMPACADORA DE MARISCOS.
51	ERMARLO S.A.	CDLA. INMACONSA CALLE. CEDROS SL.17 Y MODESTO LUQUE MZ.29	MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPO INDUSTRIAL
52	EXPORTADORA DE MARISCOS EXPORTMARSA S.A	CDLA. LOT. INMACONSA AV. HONORATO	VT.A. X MAYOR DE PESCADO, CRUSTACEOS, MOLUSCOS Y PRODUCTOS DE LA PESCA
53	EXPOTUNA S.A.	PARQUE INDUSTRIAL PASCUALES, AV. ROSAVIN Y ASBESTOS MZ. F6 SOLAR 21	EMPACADORA DE MARISCOS.

54	FABELTRONIC S.A.	CALLE: CEDROS SL.8 AV.42 CONJ: LOT. INMACONSA ED: PLAZA SAIBABA II LC.08	VT.A.X MAY/EQUIPO ELECTRICO COMO:MOTORES
55	FABRICA DE FIDEOS EL REY FIREY CIA. LTDA.	LOT.INMACONSA CALLE MIRTOS SL.41 Y CASUARINA MZ.3 VIA A DAULE KM10	ELABORACION DE FIDEOS
56	FAENAMIENTO DE CAMARÓN FAECAMSA S.A.	LOTIZACIÓN INDUSTRIAL INMACONSA MZ. 14ª SL. 15-1 ENTRE CEDROS Y TECA.	EMPACADORA DE MARISCOS.
57	FARMAVET FARMACOS VETERINARIOS S.A.	CDLA. LOT. INMACONSA CALLE. ALFA SL.3 Y CALLE A MZ CARRETERO VIA A DAULE KM 11.5	ACT. FABRICACION DE PRODUCTOS VETERINARIOS
58	FAVETEX S. A.	LOT INMACONSA SL- 3 MZ- 28 KM. 12.5	FABRICACION DE PROD. VETERINARIOS
59	GALAPESCA S. A.	URB. INMACONSA LOT. LOS RANCHOS SL.2 MZ.81 ED. PARQUE INDUSTRIAL INMACONSA KM.12.5 VIA A DAULE	ELABORACION Y CONSERVACION PRODUCTOS DE PESCADO
60	HIDROINSTALACIONES Y SERV AFINES HIDROSA S.A.	CDLA. INMACONSA SEGUNDA ET. AV. MODESTO LUQUE SL. 20 MZ. 32 VIA A DAULE KM. 11.5	VT.A. POR MAYOR DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
61	HIELO EN BLOQUE HIEBLOSA S.A.	CDLA. INMACONSA CALLE:EUCALIPTO SL.7 E/ CEDROS Y TECA MZ.11 KM 10.5 VIA A DAULE	ELABORACION Y COMERCIALIZACION DE HIELO HIEBLOSA

62	IBAÑEZ DELGADO CARLOS ENRIQUE	LOT. INMACONSA CALLE:QUINQUELLAS S/N Y CASUARINAS VIA DAULE KM.10	FABICACION DE PUERTAS Y REJAS "LIRSA"
63	IMPORTADORA MAR JORGG CIA LTDA	CDLA. INMACONSA 2DA. ETAPA MZ. 103 SOLAR 2-3 ED. CC. EL FORTIN LOCAL 248	VENTA AL POR MAYOR Y MENOR DE CALZADO MIKINOS
64	INDUGLOBAL S.A.	CDLA. LOT. INMACONSA AV. AO CALLE NO.32C SL.8 CALLE CEDROS AV. NO 42 MZ.21 BODEGA 15	ACT. DE ALMACENAMIENTO Y DEPOSITO TEMPORAL
65	INDUSTRIA CONSERVERA DE LA PESCA – INCOPES C. LTDA.	MAPASINGUE OESTE, AVENIDA TERCERA 542 ENTRE CLLES CUARTA Y QUINTA	EMPACADORA DE MARISCOS.
66	INDUSTRIA ECUATORIANA DE PLASTICOS INPLASTIC S. A.	EDIF. LOT. INMACONSA S/N MZ- 9 VIA DAULE KM.10.5	FABRICA DE ENVASES DE PLASTICO
67	INDUSTRIAL Y COMERCIAL 3B S.A.	KM 10.5 VIA A DAULE, PARQUE INDUSTRIAL EL SAUCE CALLE TECAS ENTRE PENICHES Y CIRUELOS	ELABORACIÓN DE TEXTILES.
68	INDUSTRIAL Y COMERCIAL TRILEX	KM. 10,5 VÍA A DAULE	TEXTILES
69	INDUSTRIAS ALIMENTICIAS ECUATORIANAS S.A. - INALECSA	PARQUE INDUSTRIAL PASCUALES KM 16.5 VIA DAULE	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS
70	INDUSTRIAS LÁCTEAS S.A. – INDULAC	KM. 14.5 VÍA A DAULE	PROCESAMIENTO DE LACTEOS

71	INMOBILIARIA BEALFI S.A.	CASUARINAS 411 E/MIRTOS Y LAURELES, LOT. INMACONSA, KM 9.5 VIA DAULE	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS/OFICINA
72	INMOBILIARIA MARIA PAULA MIAPU S.A.	LOT. INMACONSA VIA DAULE KM. 23 CAMINO: PERIMETRAL SL- 6-7 MZ- 28 OF. 4	ACT. DE ALQUILER DE DEPOSITOS, BODEGAS EXCEPTOS
73	INTEGRACION LOGISTICA INLOG S.A.	CDLA. LOTIZACION INMACONSA CALLE A SL 10 MZ 21 ED PARQUE INDUSTRIAL EL SAUCE BODEG17- 25 VIA A DAULE 11.5	ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION/PRODUCTOS
74	JAIME CRISTOBAL GAIBOR SOLORZANO	KM 11.5 VIA A DAULE PARQUE INDUSTRIAL EL SAUCE	ACTIVIDADES DE PROCESAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS
75	JORDISA S.A.	INMACONSA CALLE CIRUELOS E/ CEDROS Y TECA KM. 10,5 VIA A DAULE	DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE CONSTRUCCIONES MECANICAS
76	KACEN S.A.	LOT. INMACONSA SL 3 MZ 28 EDIF. FAVETEX KM 12.5	VTA. X MAYOR-MENOR DE DIVERSOS PRODUCT/(EXCEPTO ARMAS, MUNICIONES Y JUEGOS PIROTECNICOS
77	LABORATORIO FARMACÉUTICO S.A. ACROMAX	KM 8.5 VIA DAULE	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS

78	LETERAGO DEL ECUADOR S.A.	LOT. INMACONSA CALLE: QUINQUELLAS SL- 6 Y ACACIAS MZ- 9 KM. 10 VIA A DAULE	VTA X MAYOR DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS Y MEDICINALES
79	MABE ECUADOR S.A	KM. 14.5 VÍA A DAULE	FABRICACIÓN DE ELECTRODOMÉSTICOS
80	MAGREB S.A.	LOTIZACION INMACONSA 24-25 P.B. VIA DAULE KM. 10.5	FABRICACION DE LAMINAS DE POLIETILENO ESPUMADO O NO ESPUMADO CON O SIN INSECTIVIDA
81	MALDONADO TORRES MILTON HUGO	CDLA. LOT. INMACONSA SL.9 MZ.21	ACTIVIDADES DE FABRICACION DE PRODUCTOS METALICOS ACABADOS O SEMIACABADOS "METAL MECANICO HEMAL"
82	MAZACANE S.A.	CDLA. LOT. INMACONSA VIA A DAULE # 31-1 Y AV. 42A	VENTA AL POR MAYOR DE PRODUCTOS QUIMICOS
83	MEGAFASHION S.A.	CDLA. LOT. INMACONSA S/N ED: PARQUE COMERCIAL CALIFORNIA 1 BODEGA. B-8	ALMACENAMIENTO Y DEPOSITO DE MERCANCIAS
84	METALMECANICA METALCAR C.A.	VÍA A DAULE KM 14.5 AV. LAS IGUANAS 11	REPARACIÓN Y PINTADO DE VEHÍCULOS
85	MISTER SHOES SPORTS SHOESMR S.A	CDLA. INMACONSA 2DA ETAPA SL.2-3 MZ. 103 ED. MALL EL FORTIN LC. 128	VENTA AL POR MAYOR DE CALZADO

86	MOLINA CARDENAS BENITO TEODORO	CDLA. LOT. INDUSTRIAL INMACONSA CALLE: CEDROS SL.24 Y CALLEJON 23A MZ.14B	ACT. DE FABRICACION DE VELAS Y ARTICULOS SIMILARES VELAS LUZ DE AMERICA
87	MOLINA SARMIENTO JOHN EDUARDO	CDLA. LOT. INDUSTRIAL INMACONSA CALLE: HELECHOS 1 ER CALLEJON 23A NO SL.36 E/ CALLES TECAS Y CEDROS MZ.14 P.0 VIA A DAULE KM. 10.5	FABRICACION DE VELAS, CIRIOS/ART.SIMILARES,
88	MOLINOS CHAMPION S.A.	KM 7.2 VIA DAULE	ELABORACIÓN DE BALANCEADOS
89	MONTANA ECUADOR MONTANEC S.A.	CALLE. KM. 22 VIA PERIMETRAL MZ. 37 ENTRE CALLE: GAMA - TECA SL. 45 SECTOR 58 PLANTA BAJA ED. INMACONSA	VTA. AL POR MAYOR DE PRODUCTOS QUIMICOS Y VETERINARIOS
90	MORALVA C. TLDA.	LOT. INMACONSA CALLE: BETA SL.13- 17 Y CALLE: B MZ.33 VIA GUAYAQUIL - DAULE KM.11.5	ALMACENAMIENTO Y DEPOSITO DE MERCANCIAS
91	MUEBLERIA PALITO S.A. MUELPASA	CDLA: INMACONSA 2DA ETAPA SL:2-3 MZ: 103 C.C MALL EL FORTIN P: 2 OFI: ISLA	VTA. AL POR MENOR DE MUEBLES

92	MULTIPLES INDUSTRIAS METALICAS MULTIMET C. LTDA.	CDLA. LOT. INMACONSA MZ.12 SL.24 KM.10 VIA A DAULE	FABRICA DE ESTRUCTURA METALICAS MULTIMET C. LTDA
93	NOVOMETAL S.A.	CDLA. URB. INMACONSA CALLE: BETA SL- 12 MZ- 33 VIA A DAULE KM. 12.5	FABRICACION DE PRODUCTOS DE METALMECANICA
94	NUTEC REPRESENTACIONES S.A.	LOT. IND. INMACONSA CALLE CAUSARINA Y QUISQUELLA KM. 9,5 VIA A DAULE	VENTA AL POR MAYOR DE SUBSTANCIAS QUIMICAS
95	OLEAGINOSAS TROPICALES OLYTRASA.	KM 10.5 VÍA A DAULE	ELABORACIÓN DE ACEITES Y GRASAS
96	OTELLO & FABELL S.A.	KM 15 VÍA A DAULE	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA
97	PACETOL S.A.	SOLAR 27 MZ.14 CONJ: INMACONSA ED: PRODUSA - CAMARA FRIGORIFICA	ACTIVIDAD DE PROCESADORA DE MARISCOS/ VTA DE PROD DE LA PESCA
98	PERALTA HATI JOSE MANUEL	URB.INDUSTRIAL INMACONSA S/N VIA PERIMETRAL KM.24	SERVICIOS FUNERARIOS "COFRES DEL PACIFICO"
99	PHILLIPS SEAFOOD OF ECUADOR C.A.	KM 9.5 VÍA A DAULE, CALLE MIRTUS Y AVENIDA CASUARINAS	EMPACADORA DE MARISCOS.

100	PINCAY ROSADO LUIS ENRIQUE	CDLA. LOT. INMACONSA, VIA A DAULE KM 11.5 CALLE. 23 C Y TECAS MZ. 19 SL. 27	ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO Y DEPOSITO DE MERCADERIAS
101	PLÁSTICOS DEL LITORAL – PLASTLIT S.A.	KM 11.5 VIA A DAULE PARQUE INDUSTRIAL EL SAUCE	ELABORACIÓN DE PLASTICOS
102	PLASTICOS TROPICALES PLASTRO S.A.	KM. 11,5 VÍA A DAULE .	FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS PLÁSTICOS
103	PLASTIRIOS S.A.	LOT. INMACONSA CALLE: A SL- 5-6 MZ- 26 EDF. SOLDSA P: 0 VIA PERIMETRAL KM.11.5	FABRICACION DE PRODUCTOS PLASTICOS
104	POLÍMEROS Y QUÍMICOS - POLIQUIM C.A.	KM 9.5 VÍA A DAULE LOTIZACIÓN INMACONSA	ELABORACIÓN DE PLÁSTICOS
105	PROCESADORA DE PLASTICOS PROCEPLAS S. A.	LOTIZACION INMACONSA CALLE: PALMERAS S/N Y CASUARINAS KM. 10 VIA A DAULE	FABRICACION/TUBERIAS DE POLIETILENO
106	PRODUCTOS ELABORADOS BOLIVAR S.A.	PASCUALES, PRIMER PASAJE 38E NO Y CALLE 28 NO	PRODUCTOS ALIMENTICIOS
107	PRODUCTOS PLASTICOS SORIA CHAVEZ PLASTISORIA S.A.	URB. INMACONSA SEGUNDA ETPA. CALLE: 42 MODESTO L. SL.1 MZ.30 CONJ; LOTE EL SAUCE KM. 12.5 VIA DAULE	FABRICACION Y VTA AL POR MAYOR Y MENOR DE PROD. Y ART. DE PLASTICO PLASTISORIA

108	PROLIM S.A.	LOT. INMACONSA SL 14 MZ. 14A. CALLE CROTOS, KM 10.5 VIA A DAULE	ELABORACION Y VTA X MAYOR Y MENOR DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA
109	PRONACA C.D.G.	KM. 16.5 VÍA A DAULE.	CRÍA DE ANIMALES PARA VENTAS
110	PROVEEDORES QUIMICOS PROVEQUIM C.A.	LOT.INMACONSA VIA A DAULE KM.23 CAMINO: PERIMETRAL SL.6 MZ.28 OF:1	VTA X MAYOR DE PRODUCTOS QUIMICOS
111	QUIMPAC S.A.	CALLE EUCALIPTO S/N Y CEDROS CONJUNTO INMACONSA KM. 10.5 VIA A DAULE	FABRICACIÓN DE PROD.QUIMICOS/VENTA MYR/MNR DE REFRIGERANTES Y
112	QUIMISER S.A.	KM 10.5 VIA DAULE, CALLE MIRTUS Y CASUARINAS	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS
113	RECICLADORA DE PLASTICOS RECIPLASTICOS S.A	CDLA: LOTOZACION INMACONSA CALLE: PALMERAS Y CASUARINAS MZ. 24 SL. 6 KM. 9 VIA A DAULE	RECICLAJE DE MATERIALES DE PLASTICO RECIPLASTICOS S.A
114	RECICLAJES INTERNACIONALES RECYNTER S.A.	LOTIZACIÓN. INMACONSA, CALLE LAURELES SL 51 E HIGUERILL MZ. 3-B KM. 9.5 VIA	VTA X MAYOR DE MATERIALES FERROSOS Y NO FERROSOS

115	RECTIFICADORA DE TANQUES KAISER	KM 14,5, VÍA A DAULE DIAGONAL A MABE, COOPERATIVA 5 DE DICIEMBRE MZ. 653 SOLAR 1	MANTENIMIENTO, RECTIFICACIÓN, PINTADO DE TANQUES METÁLICOS
116	SINOXSA ECUADOR S.A.	LOTIZACION INMACONSA CALLE CEDROS Y AVENIDA 42 Y COMPLEJO SAI BABA II BODEGA 19 Y 20	VTA. AL POR MAYOR Y MENOR DE TUBERIAS Y VALVULAS
117	SOLVENTES Y MACILLAS NACIONALES NEIRA NEIRASOLVEN C.LTDA.	INMACONSA CALLE PERIMETRAL B S/N Y CASUARINAS VIA DAULE KM. 9.5	FABRICACION DE PINTURAS, BARNICES,
118	SOLVESA ECUADOR S.A.	BARRIO: QUINTO GUAYAS AV.CASUARINA 100 ED:PARQUE COMERCIAL INMACONSA KM 10.5 VIA DAULE	VENTA AL POR MAYOR DE SUBSTANCIAS QUIMICAS BASICAS DE USO INDUSTRIAL
119	SOUTH AMERICAN MARINE ENGINEERING & SERVICES SOUTH A.S.A.	LOT. INMACONSA, CALLE BETA 7 Y CALLE B MZ. 33	VTA. AL POR MAYOR DE ALIMENTOS EN GENERAL SOUTH A. S. A.
120	SPASICMAFARMA S.A.	INMACONSA CALLE QUINQUELLAS S/N Y ACACIAS MZ 9 KM 10 VIA A DAULE	ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO Y BODEGAJE
121	SUMESA S.A.	KM. 11.5 VÍA A DAULE, PARQUE INDUSTRIAL “EL SAUCE”.	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

122	TECNOVA – BATERÍAS BOSH	KM. 16.5 VÍA A DAULE	ELABORACIÓN DE BATERIAS
123	TIOSA S.A.	KM. 25 DE LA VÍA PERIMETRAL	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS
124	TOAZA SOLIS VIDAL ROBERTO	LOT. INMACONSA, BARRIO LAPROSPERINA MZ. 104 SL. 4, LC. 10, KM. 25 VIA PERIMETRAL	VENTA AL X MENOR DE CARNE, INCLUSO AVES DE CORRAL
125	TRACTOMAQ S.A.	LOT. INMACONSA CALLE: 43 NO. SL- 6-2 Y 23 NO. . MZ- 9 MZ- 9.5 VIA DAULE	VTA. X MAY/MENOR DE MAQ./EQUIP.AGRICOLAS, LLANTAS Y MOTOCICLETAS
126	TUBOS Y DUCTOS DEL ECUADOR S.A. TUDECSA	LOT. INMACONSA CALLE: EUCALIPTO MZ.10 SL.5-6-7-8 Y TECAS VIA A DAULE KM.12.5	VTA X MAYOR DE MATERIALES Y ACCES. DE CONSTRUCCION
127	UNICOMER DE ECUADOR S.A	LOT. IND. INMACONSA VIA DAULE KM.10.5	ALMACENAMIENTO Y DEPOSITO DE MERCANCIAS ARTEFACTA S.A
128	UNILEVER ANDINA ECUADOR S.A	Km. 25 VIA A DAULE	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA
129	VECONSA S.A.	KM 24 VÍA A DAULE	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Anexo 36 Figura de los Resultados de la Inspección Anual que Realizó la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable a las Empresas Ubicadas en el Norte que Descargan el Agua Residual Hacia la Fuente de Agua Dulce.



Anexo 37 Pruebas de Oxígeno Disuelto Realizadas con la Unidad de Control

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	22-ago-18					23-ago-18					
		09h40	10h30	11h28	12h30	13h30	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Corrida 6	Corrida 7	Corrida 8	Corrida 9	Corrida 10	Corrida 11
1	6,7	7,34	7,28	7,29	7,28	7,29	7,29	8,79	7,27	7,33	7,32	5,74
2	6,7	7,31	7,00	7,29	7,20	7,22	7,20	7,00	7,27	7,33	8,00	5,74
3	6,7	7,34	7,00	7,29	7,20	7,22	7,28	7,27	7,34	7,33	8,00	5,74
4	6,7	7,34	7,00	7,29	7,20	7,28	7,28	7,27	7,34	7,33	7,17	5,74
5	6,7	7,33	7,30	7,31	7,28	7,28	7,28	7,43	7,50	7,28	7,17	5,74
6	6,7	7,33	7,30	7,31	7,28	7,28	7,28	7,43	7,50	7,28	7,26	5,74
7	6,7	7,34	7,30	7,31	7,28	7,28	7,28	7,35	7,38	7,28	7,26	5,74
8	6,7	7,34	7,29	7,31	7,29	7,29	7,28	7,35	7,38	7,27	7,17	5,73
9	6,7	7,35	7,29	7,31	7,29	7,29	7,28	7,33	7,42	7,27	7,17	5,73
10	6,7	7,35	7,29	7,31	7,29	7,29	7,28	7,33	7,42	7,27	7,32	5,73

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	22-ago-18					23-ago-18					
		09h40	10h30	11h28	12h30	13h30	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Corrida 6	Corrida 7	Corrida 8	Corrida 9	Corrida 10	Corrida 11
11	6,7	7,34	7,30	7,30	7,29	7,29	7,28	7,44	7,50	7,28	7,32	5,73
12	6,7	7,34	7,30	7,30	7,29	7,29	7,28	7,44	7,50	7,28	7,26	5,72
13	6,7	7,34	7,30	7,30	7,29	7,29	7,28	7,25	7,35	7,28	7,26	5,72
14	6,7	7,34	7,29	7,32	7,29	7,29	7,28	7,25	7,35	7,28	7,19	5,74
15	6,7	7,35	7,29	7,32	7,29	7,29	7,28	7,34	7,49	7,28	7,19	5,74
16	6,7	7,35	7,29	7,32	7,29	7,29	7,28	7,34	7,49	7,28	7,32	5,72
17	6,7	7,34	7,30	7,31	7,29	7,28	7,28	7,42	7,45	7,27	7,32	5,72
18	6,7	7,34	7,30	7,31	7,29	7,28	7,29	7,42	7,45	7,27	7,27	5,73
19	6,7	7,34	7,30	7,31	7,29	7,28	7,29	7,27	7,34	7,27	7,27	5,73
20	6,7	7,34	7,30	7,30	7,29	7,29	7,29	7,27	7,34	7,28	7,17	5,74
21	6,7	7,34	7,30	7,30	7,29	7,29	7,28	7,43	7,50	7,28	7,17	5,74
22	6,7	7,34	7,30	7,30	7,29	7,29	7,28	7,43	7,50	7,28	7,19	5,74

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	22-ago-18					23-ago-18					
		09h40	10h30	11h28	12h30	13h30	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Corrida 6	Corrida 7	Corrida 8	Corrida 9	Corrida 10	Corrida 11
23	6,7	7,34	7,29	7,29	7,28	7,28	7,28	7,35	7,38	7,28	7,19	5,74
24	6,7	7,34	7,29	7,29	7,28	7,28	7,28	7,35	7,38	7,28	7,27	5,73
25	6,7	7,35	7,29	7,29	7,28	7,28	7,28	7,33	7,42	7,28	7,27	5,73
26	6,7	7,35	7,29	7,28	7,28	7,29	7,28	7,33	7,42	7,27	7,32	5,74
27	6,7	7,34	7,29	7,28	7,28	7,29	7,28	7,44	7,46	7,27	7,32	5,74
28	6,7	7,34	7,29	7,28	7,28	7,29	7,28	7,44	7,46	7,27	7,22	5,75
29	6,7	7,34	7,30	7,27	7,29	7,29	7,28	7,25	7,43	7,27	7,22	5,75
30	6,7	7,34	7,30	7,27	7,29	7,29	7,28	7,25	7,43	7,27	7,19	5,74
31	6,7	7,34	7,30	7,27	7,29	7,29	7,28	7,27	7,88	7,27	7,19	5,74
32	6,7	7,34	7,36	7,27	7,29	7,29	7,28	7,27	7,88	7,27	7,30	5,74
33	6,7	7,34	7,36	7,27	7,29	7,29	7,28	7,44	8,07	7,27	7,30	5,74
34	6,7	7,34	7,41	7,27	7,29	7,29	7,28	7,44	8,07	7,27	7,33	5,75

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	22-ago-18					23-ago-18					
		09h40	10h30	11h28	12h30	13h30	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Corrida 6	Corrida 7	Corrida 8	Corrida 9	Corrida 10	Corrida 11
35	6,7	7,34	7,41	7,27	7,29	7,28	7,28	7,30	7,91	7,27	7,33	5,75
36	6,7	7,34	7,37	7,27	7,29	7,28	7,28	7,30	7,91	7,27	7,28	5,75
37	6,7	7,35	7,37	7,27	7,29	7,28	7,28	7,33	7,91	7,27	7,32	5,75
38	6,7	7,35	7,41	7,27	7,29	7,29	7,28	7,33	7,91	7,28	7,32	5,74
39	6,7	7,34	7,41	7,27	7,29	7,29	7,28	7,40	8,05	7,28	7,35	5,74
40	6,7	7,34	7,50	7,27	7,29	7,29	7,28	7,40	8,05	7,28	7,35	5,75
41	6,7	7,34	7,50	7,27	7,29	7,28	7,28	7,27	7,86	7,27	7,30	5,75
42	6,7	7,34	7,36	7,27	7,29	7,28	7,28	7,27	7,86	7,27	7,30	5,75
43	6,7	7,35	7,36	7,27	7,29	7,28	7,28	7,40	8,04	7,27	7,31	5,75
44	6,7	7,35	7,44	7,28	7,29	7,28	7,28	7,40	8,04	7,27	7,31	5,73
45	6,7	7,35	7,44	7,28	7,29	7,28	7,28	7,36	7,95	7,27	7,37	5,73
46	6,7	7,35	7,51	7,28	7,29	7,46	7,28	7,36	7,95	7,27	7,37	5,75

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	22-ago-18					23-ago-18					
		09h40	10h30	11h28	12h30	13h30	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Corrida 6	Corrida 7	Corrida 8	Corrida 9	Corrida 10	Corrida 11
47	6,7	7,34	7,51	7,28	7,29	7,46	7,28	7,28	7,88	7,27	7,33	5,75
48	6,7	7,34	7,35	7,28	7,29	7,34	7,28	7,28	7,88	7,27	7,33	5,76
49	6,7	7,27	7,35	7,40	7,29	7,34	7,28	7,42	8,10	7,27	7,30	5,76
50	6,7	7,27	7,45	7,40	7,29	7,32	7,28	7,42	8,10	7,27	7,30	5,74
51	6,7	7,27	7,45	7,29	7,38	7,32	7,32	7,88	7,27	7,24	7,36	6,10
52	6,7	7,27	7,50	7,29	7,38	7,49	7,32	7,88	7,27	7,24	7,36	6,10
53	6,7	7,27	7,50	7,29	7,48	7,49	7,33	8,00	7,27	7,29	7,36	6,11
54	6,7	7,27	7,35	7,29	7,48	7,37	7,33	8,00	7,27	7,29	7,36	6,11
55	6,7	7,27	7,35	7,29	7,32	7,37	7,41	8,01	7,27	7,22	7,30	6,09
56	6,7	7,27	7,48	7,30	7,32	7,37	7,41	8,01	7,28	7,22	7,30	6,09
57	6,7	7,27	7,48	7,30	7,43	7,37	7,27	8,03	7,28	7,21	7,33	6,09
58	6,7	7,27	7,47	7,30	7,43	7,51	7,27	8,03	7,28	7,21	7,33	6,09

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	22-ago-18					23-ago-18					
		09h40	10h30	11h28	12h30	13h30	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Corrida 6	Corrida 7	Corrida 8	Corrida 9	Corrida 10	Corrida 11
59	6,7	7,27	7,47	7,29	7,39	7,51	7,37	8,25	7,28	7,25	7,36	6,11
60	6,7	7,27	7,36	7,29	7,39	7,43	7,37	8,25	7,28	7,25	7,36	6,11
61	6,7	7,27	7,36	7,29	7,29	7,43	7,40	8,00	7,28	7,19	7,30	6,09
62	6,7	7,27	7,47	7,29	7,29	7,66	7,40	8,00	7,28	7,19	7,30	6,09
63	6,7	7,27	7,47	7,29	7,42	7,66	7,29	8,27	7,28	7,18	7,30	6,08
64	6,7	7,27	7,47	7,29	7,42	8,08	7,29	8,27	7,28	7,18	7,30	6,08
65	6,7	7,27	7,47	7,29	7,33	8,08	7,40	8,13	7,28	7,23	7,34	6,10
66	6,7	7,27	7,38	7,29	7,33	7,81	7,40	8,13	7,28	7,23	7,06	6,10
67	6,7	7,13	7,38	7,29	7,29	7,81	7,37	8,09	7,28	7,15	7,06	6,09
68	6,7	7,13	7,53	7,29	7,29	7,35	7,37	8,09	7,28	7,15	7,12	6,09
69	6,7	7,14	7,53	7,29	7,45	7,42	7,26	7,59	7,28	7,15	7,12	6,07
70	6,7	7,14	7,48	7,29	7,45	7,37	7,26	7,59	7,28	7,15	7,06	6,07

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	22-ago-18					23-ago-18					
		09h40	10h30	11h28	12h30	13h30	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Corrida 6	Corrida 7	Corrida 8	Corrida 9	Corrida 10	Corrida 11
71	6,7	7,16	7,48	7,29	7,29	7,37	7,44	7,35	7,31	7,19	7,06	6,08
72	6,7	7,16	7,36	7,29	7,29	7,30	7,44	7,35	7,31	7,19	7,06	6,08
73	6,7	7,18	7,36	7,29	7,33	7,30	7,36	7,51	7,31	7,12	7,06	6,09
74	6,7	7,18	7,55	7,28	7,33	7,45	7,36	7,51	7,43	7,12	7,11	6,09
75	6,7	7,19	7,55	7,28	7,40	7,45	7,28	7,41	7,43	7,14	7,11	6,08
76	6,7	7,19	7,46	7,28	7,40	7,33	7,28	7,41	7,37	7,14	7,04	6,08
77	6,7	7,20	7,46	7,28	7,28	7,33	7,45	7,42	7,37	7,16	7,04	6,07
78	6,7	7,20	7,41	7,28	7,28	7,39	7,45	7,42	7,25	7,16	7,06	6,07
79	6,7	7,21	7,41	7,28	7,33	7,39	7,30	7,50	7,25	7,08	7,06	6,08
80	6,7	7,21	7,53	7,28	7,33	7,40	7,30	7,50	7,36	7,08	7,09	6,08
81	6,7	7,22	7,53	7,28	7,36	7,40	7,22	7,35	7,36	7,13	7,09	6,08
82	6,7	7,22	7,52	7,28	7,36	7,27	7,22	7,35	7,26	7,13	7,02	6,08

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	22-ago-18					23-ago-18					
		09h40	10h30	11h28	12h30	13h30	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00
		Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Corrida 6	Corrida 7	Corrida 8	Corrida 9	Corrida 10	Corrida 11
83	6,7	7,23	7,52	7,28	7,23	7,27	7,32	7,51	7,26	7,13	7,02	6,06
84	6,7	7,23	7,42	7,28	7,23	7,27	7,32	7,51	7,37	7,13	7,06	6,06
85	6,7	7,24	7,42	7,28	7,36	7,27	7,34	7,42	7,37	7,07	7,06	6,07
86	6,7	7,24	7,62	7,28	7,36	7,27	7,34	7,42	7,41	7,07	7,07	6,07
87	6,7	7,24	7,62	7,28	7,38	7,27	7,30	7,40	7,41	7,13	7,07	6,08
88	6,7	7,24	7,49	7,28	7,38	7,27	7,30	7,40	7,28	7,13	7,01	6,08
89	6,7	7,25	7,49	7,28	7,28	7,27	7,42	7,50	7,28	7,09	7,01	6,06
90	6,7	7,25	7,53	7,28	7,28	7,27	7,42	7,50	7,42	7,09	7,07	6,06
Media		7,29	7,39	7,29	7,31	7,36	7,31	7,53	7,49	7,23	7,24	5,89
Máximo		7,35	7,62	7,40	7,48	8,08	7,45	8,79	8,10	7,33	8,00	6,11
Mínimo		7,13	7,00	7,27	7,20	7,22	7,20	7,00	7,25	7,07	7,01	5,72

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		09h00	09h02	09h04	09h06	09h08	09h10	11h00	11h02	11h04
		Corrida 12	Corrida 13	Corrida 14	Corrida 15	Corrida 16	Corrida 17	Corrida 18	Corrida 19	Corrida 20
1	6,7	6,06	6,23	6,23	6,12	6,20	6,78	7,03	7,29	6,77
2	6,7	6,06	6,23	6,23	6,12	6,20	6,78	7,03	7,00	6,77
3	6,7	6,08	6,21	6,23	6,12	6,19	6,71	7,03	7,00	6,82
4	6,7	6,08	6,21	6,23	6,12	6,19	6,71	7,03	7,30	6,82
5	6,7	6,07	6,22	6,24	6,11	6,17	6,82	7,02	7,30	6,71
6	6,7	6,07	6,22	6,24	6,11	6,17	6,82	7,02	7,30	6,71
7	6,7	6,05	6,23	6,24	6,11	6,18	6,74	7,03	7,30	6,00
8	6,7	6,05	6,23	6,24	6,11	6,18	6,74	7,03	7,30	6,00
9	6,7	6,07	6,23	6,23	6,11	6,18	6,76	6,84	7,30	6,82
10	6,7	6,07	6,23	6,23	6,11	6,18	6,76	6,84	7,30	6,82
11	6,7	6,07	6,23	6,23	6,10	6,17	6,81	7,31	7,30	6,73
12	6,7	6,07	6,23	6,23	6,10	6,17	6,81	7,31	7,30	6,73

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		09h00	09h02	09h04	09h06	09h08	09h10	11h00	11h02	11h04
		Corrida 12	Corrida 13	Corrida 14	Corrida 15	Corrida 16	Corrida 17	Corrida 18	Corrida 19	Corrida 20
13	6,7	6,06	6,24	6,23	6,11	6,16	6,71	6,86	7,29	6,72
14	6,7	6,06	6,24	6,23	6,11	6,16	6,71	6,86	7,29	6,72
15	6,7	6,06	6,25	6,20	6,10	6,17	6,82	6,85	7,29	6,82
16	6,7	6,06	6,25	6,20	6,10	6,17	6,82	6,85	7,29	6,82
17	6,7	6,08	6,24	6,23	6,09	6,16	6,73	6,85	7,29	6,78
18	6,7	6,08	6,24	6,23	6,09	6,16	6,73	6,85	7,29	6,78
19	6,7	6,07	6,25	6,21	6,10	6,15	6,76	7,03	7,29	6,70
20	6,7	6,07	6,25	6,21	6,10	6,15	6,76	7,03	7,29	6,70
21	6,7	6,06	6,26	6,22	6,11	6,16	6,80	7,02	7,29	6,78
22	6,7	6,06	6,26	6,22	6,11	6,16	6,80	7,02	7,29	6,78
23	6,7	6,08	6,25	6,21	6,08	6,15	6,70	7,03	7,29	6,81
24	6,7	6,08	6,25	6,21	6,08	6,15	6,70	7,03	7,29	6,81

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		09h00	09h02	09h04	09h06	09h08	09h10	11h00	11h02	11h04
		Corrida 12	Corrida 13	Corrida 14	Corrida 15	Corrida 16	Corrida 17	Corrida 18	Corrida 19	Corrida 20
25	6,7	6,08	6,25	6,20	6,08	6,14	6,82	6,84	7,29	6,71
26	6,7	6,08	6,25	6,20	6,08	6,14	6,82	6,84	7,29	6,71
27	6,7	6,07	6,26	6,21	6,10	6,14	6,75	7,31	7,29	6,77
28	6,7	6,07	6,26	6,21	6,10	6,14	6,75	7,31	7,29	6,77
29	6,7	6,09	6,27	6,20	6,08	6,15	6,73	6,86	7,29	6,82
30	6,7	6,09	6,27	6,20	6,08	6,15	6,73	6,86	7,29	6,82
31	6,7	6,08	6,25	6,19	6,07	6,13	6,82	6,85	7,29	6,71
32	6,7	6,08	6,25	6,19	6,07	6,13	6,82	6,85	7,29	6,71
33	6,7	6,08	6,26	6,19	6,09	6,13	6,72	6,85	7,29	6,76
34	6,7	6,08	6,26	6,19	6,09	6,13	6,72	6,85	7,29	6,76
35	6,7	6,09	6,28	6,20	6,09	6,14	6,77	7,03	7,29	6,76
36	6,7	6,09	6,28	6,20	6,09	6,14	6,77	7,03	7,29	6,76

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		09h00	09h02	09h04	09h06	09h08	09h10	11h00	11h02	11h04
		Corrida 12	Corrida 13	Corrida 14	Corrida 15	Corrida 16	Corrida 17	Corrida 18	Corrida 19	Corrida 20
37	6,7	6,09	6,26	6,18	6,07	6,12	6,81	7,02	7,29	6,72
38	6,7	6,09	6,26	6,18	6,07	6,12	6,81	7,02	7,29	6,72
39	6,7	6,09	6,27	6,16	6,07	6,12	6,70	7,03	7,29	6,77
40	6,7	6,09	6,27	6,16	6,07	6,12	6,70	7,03	7,29	6,77
41	6,7	6,11	6,28	6,19	6,08	6,13	6,80	6,84	7,29	6,79
42	6,7	6,11	6,28	6,19	6,08	6,13	6,80	6,84	7,29	6,79
43	6,7	6,09	6,27	6,19	6,07	6,00	6,77	6,83	7,29	6,74
44	6,7	6,09	6,27	6,19	6,07	6,00	6,77	6,83	7,29	6,74
45	6,7	6,11	6,26	6,16	6,06	6,11	6,71	6,84	7,29	6,76
46	6,7	6,11	6,26	6,16	6,06	6,11	6,71	6,84	7,29	6,76
47	6,7	6,12	6,27	6,17	6,07	6,12	6,83	6,84	7,29	6,81
48	6,7	6,12	6,27	6,17	6,07	6,12	6,83	6,84	7,29	6,81

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		09h00	09h02	09h04	09h06	09h08	09h10	11h00	11h02	11h04
		Corrida 12	Corrida 13	Corrida 14	Corrida 15	Corrida 16	Corrida 17	Corrida 18	Corrida 19	Corrida 20
49	6,7	6,12	6,28	6,18	6,07	6,10	6,73	6,84	7,28	6,74
50	6,7	6,12	6,28	6,18	6,07	6,10	6,73	6,84	7,28	6,74
51	6,7	6,12	6,27	6,15	6,05	6,76	6,83	6,98	7,28	6,77
52	6,7	6,12	6,27	6,15	6,05	6,76	6,83	6,98	7,28	6,77
53	6,7	6,13	6,26	6,17	6,06	6,81	6,83	6,96	7,28	6,78
54	6,7	6,13	6,26	6,17	6,06	6,81	6,83	6,96	7,28	6,78
55	6,7	6,11	6,28	6,18	6,07	6,71	6,83	7,01	7,28	6,75
56	6,7	6,11	6,28	6,18	6,07	6,71	6,83	7,01	7,28	6,75
57	6,7	6,14	6,28	6,15	6,06	6,78	6,82	7,01	7,28	6,77
58	6,7	6,14	6,28	6,15	6,06	6,78	6,82	7,01	7,28	6,77
59	6,7	6,14	6,27	6,16	6,04	6,80	6,83	6,95	7,28	6,79
60	6,7	6,14	6,27	6,16	6,04	6,80	6,83	7,07	7,28	6,79

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		09h00	09h02	09h04	09h06	09h08	09h10	11h00	11h02	11h04
		Corrida 12	Corrida 13	Corrida 14	Corrida 15	Corrida 16	Corrida 17	Corrida 18	Corrida 19	Corrida 20
61	6,7	6,15	6,28	6,15	6,06	6,71	6,83	7,07	7,28	6,75
62	6,7	6,15	6,28	6,15	6,06	6,71	6,83	7,04	7,28	6,75
63	6,7	6,15	6,28	6,13	6,05	6,79	6,82	7,04	7,28	6,75
64	6,7	6,15	6,28	6,13	6,05	6,79	6,82	7,10	7,31	6,75
65	6,7	6,15	6,26	6,15	6,04	6,79	6,82	7,10	7,31	6,78
66	6,7	6,15	6,26	6,15	6,04	6,79	6,82	7,12	7,31	6,78
67	6,7	6,16	6,27	6,14	6,06	6,71	6,82	7,12	7,28	6,75
68	6,7	6,16	6,27	6,14	6,06	6,71	6,82	7,08	7,28	6,75
69	6,7	6,17	6,28	6,14	6,05	6,81	6,81	7,08	7,28	6,74
70	6,7	6,17	6,28	6,14	6,05	6,81	6,81	7,09	7,28	6,74
71	6,7	6,16	6,26	6,15	6,04	6,77	6,81	7,09	7,28	6,79
72	6,7	6,16	6,26	6,15	6,04	6,77	6,81	7,15	7,28	6,79

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		09h00	09h02	09h04	09h06	09h08	09h10	11h00	11h02	11h04
		Corrida 12	Corrida 13	Corrida 14	Corrida 15	Corrida 16	Corrida 17	Corrida 18	Corrida 19	Corrida 20
73	6,7	6,18	6,25	6,15	6,05	6,72	6,81	7,15	7,28	6,77
74	6,7	6,18	6,25	6,15	6,05	6,72	6,81	7,13	7,28	6,77
75	6,7	6,18	6,27	6,13	6,05	6,82	6,81	7,13	7,28	6,74
76	6,7	6,18	6,27	6,13	6,05	6,82	6,81	7,10	7,28	6,74
77	6,7	6,17	6,27	6,13	6,03	6,74	6,81	7,10	7,28	6,78
78	6,7	6,17	6,27	6,13	6,03	6,74	6,81	7,15	7,28	6,78
79	6,7	6,20	6,25	6,14	6,05	6,73	6,81	7,15	7,28	6,79
80	6,7	6,20	6,25	6,14	6,05	6,73	6,81	7,19	7,28	6,79
81	6,7	6,19	6,26	6,13	6,06	6,82	6,80	7,19	7,27	6,73
82	6,7	6,19	6,26	6,13	6,06	6,82	6,80	7,13	7,27	6,73
83	6,7	6,19	6,25	6,12	6,03	6,71	6,80	7,13	7,27	6,76
84	6,7	6,19	6,25	6,12	6,03	6,71	6,80	7,15	7,27	6,76

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		09h00	09h02	09h04	09h06	09h08	09h10	11h00	11h02	11h04
		Corrida 12	Corrida 13	Corrida 14	Corrida 15	Corrida 16	Corrida 17	Corrida 18	Corrida 19	Corrida 20
85	6,7	6,21	6,24	6,13	6,03	6,76	6,81	7,15	7,27	6,78
86	6,7	6,21	6,24	6,13	6,03	6,76	6,81	7,21	7,27	6,78
87	6,7	6,20	6,25	6,13	6,05	6,82	6,80	7,21	7,27	6,70
88	6,7	6,20	6,25	6,13	6,05	6,82	6,80	7,17	7,27	6,70
89	6,7	6,21	6,25	6,11	6,04	6,71	6,79	7,17	7,27	6,76
90	6,7	6,21	6,25	6,11	6,04	6,71	6,79	7,15	7,27	6,76
Media		6,12	6,26	6,18	6,07	6,42	6,79	7,02	7,28	6,75
Máximo		6,21	6,28	6,24	6,12	6,82	6,83	7,31	7,31	6,82
Mínimo		6,05	6,21	6,11	6,03	6,00	6,70	6,83	7,00	6,00

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		11h06	11h08	11h10	13h00	13h02	13h04	13h06	13h08	13h10
		Corrida 21	Corrida 22	Corrida 23	Corrida 24	Corrida 25	Corrida 26	Corrida 27	Corrida 28	Corrida 29
1	6,7	6,80	6,77	6,90	7,07	6,98	6,91	7,14	7,14	7,15
2	6,7	6,80	6,77	6,90	7,07	6,98	6,91	7,14	7,14	7,15
3	6,7	6,73	6,75	6,87	7,08	6,94	6,91	7,09	7,16	7,14
4	6,7	6,73	6,75	6,87	7,08	6,94	6,91	7,09	7,16	7,14
5	6,7	6,77	6,73	6,87	7,09	6,96	6,89	7,09	7,16	7,15
6	6,7	6,77	6,73	6,87	7,09	6,96	6,89	7,09	7,16	7,15
7	6,7	6,78	6,77	6,94	7,06	6,97	6,91	7,14	7,16	7,16
8	6,7	6,78	6,77	6,94	7,06	6,97	6,91	7,14	7,16	7,16
9	6,7	6,74	6,76	6,90	7,06	6,94	6,91	7,12	7,17	7,14
10	6,7	6,74	6,76	6,90	7,06	6,94	6,91	7,12	7,17	7,14
11	6,7	6,77	6,74	6,90	7,07	6,96	6,89	7,08	7,16	7,14
12	6,7	6,77	6,74	6,90	7,07	6,96	6,89	7,08	7,16	7,14

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		11h06	11h08	11h10	13h00	13h02	13h04	13h06	13h08	13h10
		Corrida 21	Corrida 22	Corrida 23	Corrida 24	Corrida 25	Corrida 26	Corrida 27	Corrida 28	Corrida 29
13	6,7	6,77	6,76	6,98	7,06	6,96	6,90	7,14	7,16	7,16
14	6,7	6,77	6,76	6,98	7,06	6,96	6,90	7,14	7,16	7,16
15	6,7	6,75	6,77	6,93	7,03	6,94	6,91	7,15	7,17	7,14
16	6,7	6,75	6,77	6,93	7,03	6,94	6,91	7,15	7,17	7,14
17	6,7	6,77	6,74	6,93	7,06	6,95	6,88	7,09	7,15	7,12
18	6,7	6,77	6,74	6,93	7,06	6,95	6,88	7,09	7,15	7,12
19	6,7	6,76	6,74	7,01	7,06	6,95	6,89	7,14	7,16	7,15
20	6,7	6,76	6,74	7,01	7,06	6,95	6,89	7,14	7,16	7,15
21	6,7	6,75	6,77	6,97	7,03	6,93	6,91	7,17	7,16	7,16
22	6,7	6,75	6,77	6,97	7,03	6,93	6,91	7,17	7,16	7,16
23	6,7	6,77	6,75	6,95	7,04	6,95	6,89	7,13	7,13	7,12
24	6,7	6,77	6,75	6,95	7,04	6,95	6,89	7,13	7,13	7,12

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		11h06	11h08	11h10	13h00	13h02	13h04	13h06	13h08	13h10
		Corrida 21	Corrida 22	Corrida 23	Corrida 24	Corrida 25	Corrida 26	Corrida 27	Corrida 28	Corrida 29
25	6,7	6,76	6,73	7,02	7,06	6,95	6,89	7,14	7,15	7,20
26	6,7	6,76	6,73	7,02	7,06	6,95	6,89	7,14	7,15	7,20
27	6,7	6,75	6,77	7,00	7,02	6,93	6,91	7,15	7,15	7,14
28	6,7	6,75	6,77	7,00	7,02	6,93	6,91	7,15	7,15	7,14
29	6,7	6,78	6,76	6,97	7,03	6,95	6,90	7,14	7,13	7,03
30	6,7	6,78	6,76	6,97	7,03	6,95	6,90	7,14	7,13	7,03
31	6,7	6,76	6,73	7,05	7,05	6,94	6,85	7,13	7,13	7,13
32	6,7	6,76	6,73	7,05	7,05	6,94	6,85	7,13	7,13	7,13
33	6,7	6,78	6,76	7,03	7,01	6,93	6,90	7,15	7,14	7,12
34	6,7	6,78	6,76	7,03	7,01	6,93	6,90	7,15	7,14	7,12
35	6,7	6,75	6,77	7,00	7,02	6,96	6,92	7,14	6,97	7,06
36	6,7	6,75	6,77	7,00	7,02	6,96	6,92	7,14	6,97	7,06

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		11h06	11h08	11h10	13h00	13h02	13h04	13h06	13h08	13h10
		Corrida 21	Corrida 22	Corrida 23	Corrida 24	Corrida 25	Corrida 26	Corrida 27	Corrida 28	Corrida 29
37	6,7	6,78	6,74	7,06	7,05	6,94	6,00	7,13	7,10	7,12
38	6,7	6,78	6,74	7,06	7,05	6,94	6,00	7,13	7,10	7,12
39	6,7	6,77	6,75	7,07	7,00	6,92	6,93	7,14	7,18	7,11
40	6,7	6,77	6,75	7,07	7,00	6,92	6,93	7,14	7,18	7,11
41	6,7	6,74	6,77	7,02	7,01	6,95	6,87	7,09	7,08	7,09
42	6,7	6,74	6,77	7,02	7,01	6,95	6,87	7,09	7,08	7,09
43	6,7	6,76	6,71	7,07	7,04	6,94	6,89	7,11	7,07	7,11
44	6,7	6,76	6,71	7,07	7,04	6,94	6,89	7,11	7,07	7,11
45	6,7	6,77	6,78	7,09	7,02	6,91	6,96	7,14	7,17	7,10
46	6,7	6,77	6,78	7,09	7,02	6,91	6,96	7,14	7,17	7,10
47	6,7	6,75	6,77	7,04	7,00	6,94	6,93	7,16	7,08	7,09
48	6,7	6,75	6,77	7,04	7,00	6,94	6,93	7,16	7,08	7,09

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		11h06	11h08	11h10	13h00	13h02	13h04	13h06	13h08	13h10
		Corrida 21	Corrida 22	Corrida 23	Corrida 24	Corrida 25	Corrida 26	Corrida 27	Corrida 28	Corrida 29
49	6,7	6,75	6,71	7,07	7,02	6,94	6,91	7,11	7,04	7,09
50	6,7	6,75	6,71	7,07	7,02	6,94	6,91	7,11	7,04	7,09
51	6,7	6,77	6,79	7,12	7,00	6,91	6,98	7,14	7,11	7,09
52	6,7	6,77	6,79	7,12	7,00	6,91	6,98	7,14	7,11	7,09
53	6,7	6,75	6,75	7,06	6,99	6,93	6,98	7,20	7,10	7,05
54	6,7	6,75	6,75	7,06	6,99	6,93	6,98	7,20	7,10	7,05
55	6,7	6,76	6,71	7,06	7,01	6,94	6,94	7,18	7,08	7,14
56	6,7	6,76	6,71	7,06	7,01	6,94	6,94	7,18	7,08	7,14
57	6,7	6,77	6,80	7,14	6,99	6,90	7,01	7,13	7,10	7,09
58	6,7	6,77	6,80	7,14	6,99	6,90	7,01	7,13	7,10	7,09
59	6,7	6,75	6,75	7,07	6,98	6,92	7,03	7,19	7,09	7,08
60	6,7	6,75	6,75	7,07	6,98	6,92	7,03	7,19	7,09	7,08

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		11h06	11h08	11h10	13h00	13h02	13h04	13h06	13h08	13h10
		Corrida 21	Corrida 22	Corrida 23	Corrida 24	Corrida 25	Corrida 26	Corrida 27	Corrida 28	Corrida 29
61	6,7	6,74	6,73	7,08	7,00	6,94	6,98	7,16	7,07	7,10
62	6,7	6,74	6,73	7,08	7,00	6,94	6,98	7,16	7,07	7,10
63	6,7	6,77	6,79	7,14	6,99	6,92	7,02	7,11	7,09	7,14
64	6,7	6,77	6,79	7,14	6,99	6,92	7,02	7,11	7,09	7,14
65	6,7	6,76	6,74	7,09	6,97	6,91	7,07	7,18	7,08	7,18
66	6,7	6,76	6,74	7,09	6,97	6,91	7,07	7,18	7,08	7,18
67	6,7	6,73	6,73	7,10	7,01	6,93	7,02	7,14	7,05	7,24
68	6,7	6,73	6,73	7,10	7,01	6,93	7,02	7,14	7,05	7,24
69	6,7	6,77	6,79	7,13	6,99	6,92	7,03	7,09	7,09	7,29
70	6,7	6,77	6,79	7,13	6,99	6,92	7,03	7,09	7,09	7,29
71	6,7	6,76	6,73	7,11	6,96	6,90	7,09	7,17	7,10	7,34
72	6,7	6,76	6,73	7,11	6,96	6,90	7,09	7,17	7,10	7,34

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		11h06	11h08	11h10	13h00	13h02	13h04	13h06	13h08	13h10
		Corrida 21	Corrida 22	Corrida 23	Corrida 24	Corrida 25	Corrida 26	Corrida 27	Corrida 28	Corrida 29
73	6,7	6,74	6,75	7,10	6,99	6,92	7,06	7,09	7,04	7,38
74	6,7	6,74	6,75	7,10	6,99	6,92	7,06	7,09	7,04	7,38
75	6,7	6,75	6,80	7,13	6,98	6,92	7,04	7,10	7,06	7,41
76	6,7	6,75	6,80	7,13	6,98	6,92	7,04	7,10	7,06	7,41
77	6,7	6,77	6,74	7,10	6,96	6,90	7,10	7,17	7,11	7,43
78	6,7	6,77	6,74	7,10	6,96	6,90	7,10	7,17	7,11	7,43
79	6,7	6,75	6,80	7,09	6,99	6,92	7,09	7,09	7,07	7,45
80	6,7	6,75	6,80	7,09	6,99	6,92	7,09	7,09	7,07	7,45
81	6,7	6,74	6,82	7,11	6,97	6,92	7,05	7,13	7,07	7,46
82	6,7	6,74	6,82	7,11	6,97	6,92	7,05	7,13	7,07	7,46
83	6,7	6,77	6,77	7,09	6,96	6,90	7,10	7,15	7,11	7,47
84	6,7	6,77	6,77	7,09	6,96	6,90	7,10	7,15	7,11	7,47

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24-ago-18								
		11h06	11h08	11h10	13h00	13h02	13h04	13h06	13h08	13h10
		Corrida 21	Corrida 22	Corrida 23	Corrida 24	Corrida 25	Corrida 26	Corrida 27	Corrida 28	Corrida 29
85	6,7	6,76	6,86	7,08	6,98	6,91	7,12	7,09	7,12	7,47
86	6,7	6,76	6,86	7,08	6,98	6,91	7,12	7,09	7,12	7,47
87	6,7	6,74	6,84	7,10	6,96	6,91	7,06	7,16	7,12	7,47
88	6,7	6,74	6,84	7,10	6,96	6,91	7,06	7,16	7,12	7,47
89	6,7	6,76	6,82	7,09	6,95	6,89	7,10	7,16	7,14	7,47
90	6,7	6,76	6,82	7,09	6,95	6,89	7,10	7,16	7,14	7,47
Media		6,76	6,76	7,04	7,01	6,93	6,95	7,13	7,11	7,20
Máximo		6,80	6,86	7,14	7,09	6,98	7,12	7,20	7,18	7,47
Mínimo		6,73	6,71	6,87	6,95	6,89	6,00	7,08	6,97	7,03

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24/8/2018								
		15h00	15h02	15h04	15h06	15h08	15h10	17h00	17h02	17h04
		Corrida 30	Corrida 31	Corrida 32	Corrida 33	Corrida 34	Corrida 35	Corrida 36	Corrida 37	Corrida 38
1	6,7	6,80	6,67	6,70	6,65	7,77	7,05	7,15	7,24	7,13
2	6,7	6,80	6,67	6,70	6,65	7,77	7,05	7,15	7,24	7,13
3	6,7	6,79	6,75	6,73	6,64	7,72	6,99	7,18	7,22	7,16
4	6,7	6,79	6,75	6,73	6,64	7,72	6,99	7,18	7,22	7,16
5	6,7	6,79	6,78	6,66	6,68	7,68	7,04	7,22	7,28	7,11
6	6,7	6,79	6,78	6,66	6,68	7,68	7,04	7,22	7,28	7,11
7	6,7	6,80	6,68	6,75	6,64	7,71	7,05	7,18	7,29	7,07
8	6,7	6,80	6,68	6,75	6,64	7,71	7,05	7,18	7,29	7,07
9	6,7	6,79	6,70	6,71	6,69	7,72	6,99	7,16	7,24	7,12
10	6,7	6,79	6,70	6,71	6,69	7,72	6,99	7,16	7,24	7,12
11	6,7	6,79	6,79	6,68	6,76	7,67	7,03	7,21	7,28	7,13
12	6,7	6,79	6,79	6,68	6,76	7,67	7,03	7,21	7,28	7,13

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24/8/2018								
		15h00	15h02	15h04	15h06	15h08	15h10	17h00	17h02	17h04
		Corrida 30	Corrida 31	Corrida 32	Corrida 33	Corrida 34	Corrida 35	Corrida 36	Corrida 37	Corrida 38
13	6,7	6,79	6,70	6,74	6,64	7,66	7,06	7,21	7,32	7,07
14	6,7	6,79	6,70	6,74	6,64	7,66	7,06	7,21	7,32	7,07
15	6,7	6,78	6,67	6,67	6,67	7,71	6,99	7,15	7,28	7,06
16	6,7	6,78	6,67	6,67	6,67	7,71	6,99	7,15	7,28	7,06
17	6,7	6,78	6,78	6,72	6,71	7,70	7,01	7,18	7,27	7,11
18	6,7	6,78	6,78	6,72	6,71	7,70	7,01	7,18	7,27	7,11
19	6,7	6,78	6,72	6,72	6,65	7,64	7,05	7,22	7,33	7,08
20	6,7	6,78	6,72	6,72	6,65	7,64	7,05	7,22	7,33	7,08
21	6,7	6,78	6,66	6,68	6,66	7,00	7,00	7,15	7,32	7,03
22	6,7	6,78	6,66	6,68	6,66	7,00	7,00	7,15	7,32	7,03
23	6,7	6,78	6,76	6,74	6,72	7,71	6,98	7,16	7,28	7,08
24	6,7	6,78	6,76	6,74	6,72	7,71	6,98	7,16	7,28	7,08

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24/8/2018								
		15h00	15h02	15h04	15h06	15h08	15h10	17h00	17h02	17h04
		Corrida 30	Corrida 31	Corrida 32	Corrida 33	Corrida 34	Corrida 35	Corrida 36	Corrida 37	Corrida 38
25	6,7	6,78	6,73	6,69	6,66	7,66	7,05	7,22	7,32	7,09
26	6,7	6,78	6,73	6,69	6,66	7,66	7,05	7,22	7,32	7,09
27	6,7	6,77	6,64	6,68	6,65	7,65	7,02	7,16	7,35	7,04
28	6,7	6,77	6,64	6,68	6,65	7,65	7,02	7,16	7,35	7,04
29	6,7	6,77	6,73	6,74	6,72	7,71	6,98	7,14	7,30	7,04
30	6,7	6,77	6,73	6,74	6,72	7,71	6,98	7,14	7,30	7,04
31	6,7	6,78	6,75	6,67	6,70	7,68	7,03	7,20	7,31	7,10
32	6,7	6,78	6,75	6,67	6,70	7,68	7,03	7,20	7,31	7,10
33	6,7	6,77	6,64	6,68	6,67	7,65	7,05	7,19	7,37	7,05
34	6,7	6,77	6,64	6,68	6,67	7,65	7,05	7,19	7,37	7,05
35	6,7	6,77	6,69	6,73	6,81	7,71	6,99	7,13	7,33	7,02
36	6,7	6,77	6,69	6,73	6,81	7,71	6,99	7,13	7,33	7,02

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24/8/2018								
		15h00	15h02	15h04	15h06	15h08	15h10	17h00	17h02	17h04
		Corrida 30	Corrida 31	Corrida 32	Corrida 33	Corrida 34	Corrida 35	Corrida 36	Corrida 37	Corrida 38
37	6,7	6,77	6,75	6,68	6,93	7,72	7,01	7,15	7,30	7,08
38	6,7	6,77	6,75	6,68	6,93	7,72	7,01	7,15	7,30	7,08
39	6,7	6,77	6,65	6,68	7,12	7,66	7,06	7,19	7,36	7,06
40	6,7	6,77	6,65	6,68	7,12	7,66	7,06	7,19	7,36	7,06
41	6,7	6,76	6,69	6,72	7,36	7,70	7,02	7,14	7,36	7,01
42	6,7	6,76	6,69	6,72	7,36	7,70	7,02	7,14	7,36	7,01
43	6,7	6,77	6,77	6,67	7,62	7,74	7,00	7,13	7,30	7,07
44	6,7	6,77	6,77	6,67	7,62	7,74	7,00	7,13	7,30	7,07
45	6,7	6,77	6,66	6,67	7,57	7,69	7,05	7,19	7,33	7,06
46	6,7	6,77	6,66	6,67	7,57	7,69	7,05	7,19	7,33	7,06
47	6,7	6,76	6,67	6,72	7,63	7,68	7,07	7,17	7,36	7,01
48	6,7	6,76	6,67	6,72	7,63	7,68	7,07	7,17	7,36	7,01

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24/8/2018								
		15h00	15h02	15h04	15h06	15h08	15h10	17h00	17h02	17h04
		Corrida 30	Corrida 31	Corrida 32	Corrida 33	Corrida 34	Corrida 35	Corrida 36	Corrida 37	Corrida 38
49	6,7	6,81	6,77	6,68	7,57	7,74	7,02	7,12	7,30	7,05
50	6,7	6,81	6,77	6,68	7,57	7,74	7,02	7,12	7,30	7,05
51	6,7	6,73	6,70	6,66	7,56	7,73	7,04	7,16	7,30	7,08
52	6,7	6,73	6,70	6,66	7,56	7,73	7,04	7,16	7,30	7,08
53	6,7	6,72	6,65	6,72	7,61	7,68	7,10	7,20	7,34	7,01
54	6,7	6,72	6,65	6,72	7,61	7,68	7,10	7,20	7,34	7,01
55	6,7	6,80	6,75	6,71	7,54	7,71	7,07	7,14	7,30	7,04
56	6,7	6,80	6,75	6,71	7,54	7,71	7,07	7,14	7,30	7,04
57	6,7	6,76	6,73	6,65	7,54	7,75	7,04	7,14	7,26	7,08
58	6,7	6,76	6,73	6,65	7,54	7,75	7,04	7,14	7,26	7,08
59	6,7	6,70	6,64	6,70	7,58	7,70	7,10	7,20	7,31	7,02
60	6,7	6,70	6,64	6,70	7,58	7,70	7,10	7,20	7,31	7,02

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24/8/2018								
		15h00	15h02	15h04	15h06	15h08	15h10	17h00	17h02	17h04
		Corrida 30	Corrida 31	Corrida 32	Corrida 33	Corrida 34	Corrida 35	Corrida 36	Corrida 37	Corrida 38
61	6,7	6,78	6,74	6,70	7,58	7,69	7,12	7,17	7,29	7,02
62	6,7	6,78	6,74	6,70	7,58	7,69	7,12	7,17	7,29	7,02
63	6,7	6,78	6,74	6,66	7,53	7,74	7,08	7,00	7,23	7,07
64	6,7	6,78	6,74	6,66	7,53	7,74	7,08	7,00	7,23	7,07
65	6,7	6,70	6,64	6,68	7,55	7,73	7,09	7,18	7,27	7,03
66	6,7	6,70	6,64	6,68	7,55	7,73	7,09	7,18	7,27	7,03
67	6,7	6,75	6,64	6,71	7,47	7,67	7,15	7,22	7,28	7,00
68	6,7	6,75	6,64	6,71	7,47	7,67	7,15	7,22	7,28	7,00
69	6,7	6,81	6,64	6,67	7,52	7,71	7,13	7,17	7,21	7,06
70	6,7	6,81	6,64	6,67	7,52	7,71	7,13	7,17	7,21	7,06
71	6,7	6,68	6,76	6,65	7,51	7,73	7,10	7,16	7,23	7,04
72	6,7	6,68	6,76	6,65	7,51	7,73	7,10	7,16	7,23	7,04

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24/8/2018								
		15h00	15h02	15h04	15h06	15h08	15h10	17h00	17h02	17h04
		Corrida 30	Corrida 31	Corrida 32	Corrida 33	Corrida 34	Corrida 35	Corrida 36	Corrida 37	Corrida 38
73	6,7	6,72	6,70	6,70	7,45	7,66	7,15	7,21	7,26	6,99
74	6,7	6,72	6,70	6,70	7,45	7,66	7,15	7,21	7,26	6,99
75	6,7	6,81	6,66	6,69	7,51	7,67	7,19	7,23	7,19	7,03
76	6,7	6,81	6,66	6,69	7,51	7,67	7,19	7,23	7,19	7,03
77	6,7	6,70	6,78	6,65	7,46	7,71	7,13	7,19	7,18	7,05
78	6,7	6,70	6,78	6,65	7,46	7,71	7,13	7,19	7,18	7,05
79	6,7	6,70	6,65	6,67	7,42	7,66	7,15	7,18	7,23	6,98
80	6,7	6,70	6,65	6,67	7,42	7,66	7,15	7,18	7,23	6,98
81	6,7	6,80	6,73	6,70	7,48	7,64	7,21	7,24	7,18	7,02
82	6,7	6,80	6,73	6,70	7,48	7,64	7,21	7,24	7,18	7,02
83	6,7	6,72	6,70	6,65	7,41	7,69	7,17	7,24	7,14	7,04
84	6,7	6,72	6,70	6,65	7,41	7,69	7,17	7,24	7,14	7,04

Tiempo Seg	Oxígeno Admisible	24/8/2018								
		15h00	15h02	15h04	15h06	15h08	15h10	17h00	17h02	17h04
		Corrida 30	Corrida 31	Corrida 32	Corrida 33	Corrida 34	Corrida 35	Corrida 36	Corrida 37	Corrida 38
85	6,7	6,69	6,67	6,66	7,40	7,64	7,15	7,20	7,18	6,98
86	6,7	6,69	6,67	6,66	7,40	7,64	7,15	7,20	7,18	6,98
87	6,7	6,79	6,74	6,73	7,45	7,61	7,21	7,24	7,17	6,99
88	6,7	6,79	6,74	6,73	7,45	7,61	7,21	7,24	7,17	6,99
89	6,7	6,74	6,66	6,71	7,37	7,66	7,21	7,28	7,11	7,04
90	6,7	6,74	6,66	6,71	7,37	7,66	7,21	7,28	7,11	7,04
Media		6,76	6,70	6,69	7,16	7,68	7,07	7,18	7,27	7,05
Máximo		6,81	6,79	6,75	7,63	7,77	7,21	7,28	7,37	7,16
Mínimo		6,68	6,64	6,65	6,64	7,00	6,98	7,00	7,11	6,98

Anexo 38 Resultados de Oxígeno Disuelto en la Evaluación de la Descarga de Agua Residual

RESULTADOS DE OXÍGENO DISUELTO EN LA EVALUACIÓN DE LA DESCARGA DE AGUA RESIDUAL						
EMPRESA	UNIDAD DE ANÁLISIS					
No	EVALUACIÓN CON UNIDAD EXPERIMENTAL			EVALUACIÓN EN LÍNEA DE CONTROL		
	Temperatura	Caudal Salida m ³ /seg	Oxígeno Disuelto	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Caudal Salida m ³ /seg
1	26	0,004167	7,1	26,0	7,1	0,004167
2	27	0,004333	6,8	26,0	6,8	0,004333
3	27	0,000000	4,5	26,0	4,5	0,004500
4	26	0,000000	3,9	26,3	3,9	0,004333
5	27	0,000000	5,2	25,0	5,2	0,004333
6	26	0,000000	6,1	27,0	6,1	0,004333
7	26	0,000000	6,4	27,1	6,4	0,004167
8	26	0,000000	6,8	26,0	6,8	0,004333
9	26	0,000000	6,3	26,6	6,3	0,004333
10	27	0,000000	6,5	27,0	6,5	0,004333
11	25	0,000000	6,1	26,8	6,1	0,004333
12	26	0,000000	6,3	26,5	6,3	0,004333
13	27	0,000000	6,4	26,6	6,4	0,004167
14	27	0,000000	6,4	26,7	6,4	0,004333
15	26	0,000000	6,3	26,8	6,3	0,004500
16	26	0,000000	6,4	26,9	6,4	0,004333
17	27	0,000000	6,5	27,0	6,5	0,004333
18	25	0,000000	6,4	26,0	6,4	0,004333
19	26	0,000000	6,5	26,0	6,5	0,004333
20	27	0,000000	6,5	26,0	6,5	0,004333
21	26	0,000000	6,5	26,3	6,5	0,004333
22	26	0,000000	6,3	25,0	6,3	0,004333
23	26	0,000000	6,3	27,0	6,3	0,004333
24	26	0,000000	6,4	27,1	6,4	0,004500
25	26	0,000000	6,4	26,0	6,4	0,004250
26	25	0,000000	6,2	26,6	6,2	0,004333
27	27	0,000000	6,4	26,6	6,4	0,004167
28	25	0,000000	6,5	26,7	6,5	0,004167

29	26	0,000000	6,6	26,8	6,6	0,004333
30	26	0,000000	6,5	26,9	6,5	0,004500
31	26	0,000000	6,6	27,0	6,6	0,004333
32	26	0,000000	6,6	26,0	6,6	0,004333
33	26	0,000000	6,6	26,0	6,6	0,004333
34	26	0,000000	6,6	26,0	6,8	0,004167
35	26	0,000000	6,6	26,3	6,7	0,004333
36	26	0,000000	6,6	25,0	6,9	0,004333
37	26	0,000000	6,6	27,0	6,9	0,004333
38	26	0,000000	6,6	27,1	6,9	0,004333
39	26	0,000000	6,6	26,0	6,8	0,004333
40	27	0,000000	6,6	26,6	3,7	0,004167
41	26	0,000000	3,8	26,6	3,8	0,004333
42	26	0,000000	3,6	26,7	3,6	0,004500
43	26	0,000000	2,5	26,8	2,5	0,004333
44	26	0,000000	2,4	26,9	2,4	0,004333
45	26	0,000000	3,1	27,0	3,1	0,004333
46	27	0,000000	4,1	26,0	4,1	0,004333
47	26	0,000000	2,8	26,0	2,8	0,004333
48	26	0,000000	2,5	26,0	2,5	0,004333
49	27	0,000000	2,4	26,3	2,4	0,004333
50	26	0,000000	5,3	25,0	5,3	0,004333
51	27	0,000000	5,9	27,0	5,9	0,004500
52	27	0,000000	6,2	27,1	6,2	0,004333
53	26	0,000000	3,9	26,0	3,9	0,004333
54	26	0,000000	6,3	26,6	6,3	0,004167
55	26	0,000000	6,4	26,6	6,4	0,004167
56	25	0,004167	6,8	26,7	6,8	0,004167
57	25	0,004333	6,7	26,8	6,7	0,004333
58	25	0,004500	6,7	26,9	6,7	0,004500
59	26	0,004333	6,8	27,0	6,8	0,004333
60	26	0,004333	6,7	26,0	6,7	0,004333
61	26	0,004333	6,9	26,0	6,9	0,004333
62	26	0,004167	6,7	26,0	6,7	0,004167
63	26	0,004333	6,8	26,3	6,8	0,004333
64	27	0,004333	6,7	25,0	6,7	0,004333
65	27	0,004333	6,8	27,0	6,8	0,004333
66	26	0,004333	6,7	27,1	6,7	0,004333
67	26	0,004333	6,7	26,0	6,7	0,004333
68	26	0,000000	4,6	26,6	4,6	0,004167
69	26	0,000000	4,7	26,6	4,7	0,004333
70	26	0,000000	4,8	26,7	4,8	0,004500
71	26	0,000000	4,9	26,8	4,9	0,004333
72	26	0,000000	4,1	26,9	4,1	0,004500
73	26	0,000000	4,3	27,0	4,3	0,004333

74	26	0,000000	4,4	26,0	4,4	0,004333
75	26	0,000000	4,6	26,0	4,6	0,004333
76	26	0,000000	4,8	26,0	4,8	0,004333
77	26	0,000000	5	26,3	5	0,004333
78	26	0,000000	5,2	25,0	5,2	0,004333
79	26	0,000000	5,3	27,0	5,3	0,004500
80	26	0,000000	5,8	27,1	5,8	0,004500
81	26	0,000000	6,5	26,0	6,5	0,004333
82	26	0,000000	6,6	26,6	6,6	0,004167
83	26	0,004333	6,8	26,6	6,8	0,004333
84	26	0,004500	6,9	26,7	6,9	0,004500
85	26	0,004500	7,1	26,8	7,1	0,004500
86	26	0,000000	6,2	26,9	6,2	0,004500
87	26	0,000000	6,3	27,0	6,3	0,004333
88	27	0,000000	6,5	26,0	6,5	0,004167
89	27	0,000000	6,6	26,0	6,6	0,004333
90	26	0,000000	6,5	26,0	6,5	0,004333
91	26	0,000000	6,4	26,3	6,4	0,004333
92	26	0,000000	6,5	25,0	6,5	0,004333
93	26	0,004333	6,9	27,0	6,9	0,004333
94	26	0,004167	6,7	27,1	6,7	0,004167
95	26	0,004333	6,8	26,0	6,8	0,004333
96	26	0,004500	6,9	26,6	6,9	0,004500
97	26	0,004333	6,7	26,6	6,7	0,004333
98	26	0,004333	6,8	26,7	6,8	0,004333
99	27	0,004333	6,8	26,8	6,8	0,004333
100	27	0,004333	6,9	26,9	6,9	0,004333
101	27	0,004333	6,8	27,0	6,8	0,004333
102	26	0,004333	7,1	26,0	7,1	0,004333
103	26	0,004333	7,2	26,0	7,2	0,004333
104	26	0,004333	7,1	26,0	7,1	0,004333
105	26	0,004500	6,9	26,3	6,9	0,004500
106	26	0,004667	6,7	25,0	6,7	0,004667
107	26	0,004333	6,8	27,0	6,8	0,004333
108	26	0,004167	6,7	27,1	6,7	0,004167
109	26	0,000000	6,6	26,0	6,6	0,004333
110	26	0,000000	6,6	26,6	6,6	0,004500
111	26	0,000000	6,6	26,6	6,6	0,004667
112	27	0,000000	6,6	26,7	6,6	0,004667
113	27	0,000000	6,6	26,8	6,6	0,004333
114	27	0,000000	6,6	26,9	6,6	0,004167
115	26	0,004667	6,8	27,0	6,8	0,004667
116	26	0,004333	6,9	27,0	6,9	0,004333
117	26	0,004667	6,8	26,0	6,8	0,004667
118	26	0,004333	6,8	26,0	6,8	0,004333

119	26	0,004333	6,9	26,0	6,9	0,004333
120	26	0,004167	7	27,0	7	0,004167
121	26	0,004333	6,8	26,0	6,8	0,004333
122	26	0,004500	6,8	25,0	6,8	0,004500
123	27	0,004333	6,7	26,0	6,7	0,004333
124	27	0,004667	6,8	27,0	6,8	0,004667
125	27	0,004333	6,7	26,9	6,7	0,004333
126	26	0,004333	6,8	26,8	6,8	0,004333
127	25	0,004333	6,9	26,9	6,9	0,004333
128	26	0,004333	6,7	27,1	6,7	0,004333
129	26	0,004333	6,8	26,9	6,8	0,004333
130	27	0,004333	6,7	27	6,7	0,004333
131	27	0,004500	6,8	27	6,8	0,004500
132	27	0,004167	6,8	27	6,8	0,004167
133	26	0,004333	6,7	26	6,7	0,004333
134	25	0,004167	6,7	25	6,7	0,004167
135	26	0,004333	6,7	26	6,7	0,004333
136	26	0,004500	6,7	26	6,7	0,004500

Anexo 39 Tiempo de Entrega de Información

TIEMPO DE ENTREGA DE INFORMACIÓN		
MESES	Línea de Experimentación	Línea de Control
	TIEMPO 1	TIEMPO 2
	Minutos	Minutos
1	0,016	82080
2	0,017	83520
3	0,015	84960
4	0,014	86400
5	0,018	80640
6	0,014	79200
7	0,015	77760
8	0,016	87840
9	0,019	82280
10	0,02	92160
11	0,018	87840
12	0,017	82080

VARIABLES DE CONTROL	PROCESOS DE CONTROL	ACTUALMENTE	PROPUESTA
FRECUENCIA DE CONTROL	CONTROL INTERNO	12 /día	86,400 /día
	CONTROL EXTERNO	0.033/día	
	CONTROL AUTORIDAD AMBIENTAL	0.002/día	

Anexo 40 Comparación de Resultados de Oxígeno Disuelto

Comparación de Resultados de Oxígeno Disuelto			
Fecha	No	Oxígeno Disuelto	
		Winkler	Electrónico
		mg/Lt	mg/Lt
Enero	1	4,69	4,7
	2	4,10	4,1
	3	4,28	4,3
	4	4,69	4,7
	5	4,40	4,5
	6	4,41	4,3
	7	4,21	4,2
	8	4,15	4,1
	9	4,75	4,7
	10	4,65	4,6
	11	4,12	4,1
	12	3,90	3,8
	13	3,65	3,7
	14	3,85	3,9
	15	3,75	3,7
	16	4,13	4,1

Comparación de Resultados de Oxígeno Disuelto			
Fecha	No	Oxígeno Disuelto	
		Winkler	Electrónico
		mg/Lt	mg/Lt
Enero	17	3,21	3,2
	18	3,12	3,1
	19	3,10	3,0
	20	3,38	3,4
	21	3,10	3,1
	22	3,10	3,1
	23	4,20	4,2
	24	4,09	4,1
	25	3,92	3,9
	26	3,70	3,7
	27	4,10	4,1
	28	3,80	3,8
	29	3,70	3,7
	30	3,91	3,9
	31	3,70	3,7

Comparación de Resultados de Oxígeno Disuelto			
Fecha	No	Oxígeno Disuelto	
		Winkler	Electrónico
		mg/Lt	mg/Lt
Febrero	1	4,10	4,1
	2	3,20	3,2
	3	3,20	3,1
	4	4,12	4,1
	5	3,41	3,4
	6	3,12	3,1
	7	3,10	3,1
	8	4,20	4,2
	9	4,10	4,1
	10	3,90	3,9
	11	3,70	3,7
	12	4,20	4,1
	13	3,80	3,8
	14	3,70	3,7

Comparación de Resultados de Oxígeno Disuelto			
Fecha	No	Oxígeno Disuelto	
		Winkler	Electrónico
		mg/Lt	mg/Lt
Febrero	15	3,90	3,9
	16	3,70	3,7
	17	4,12	4,1
	18	3,21	3,2
	19	3,13	3,1
	20	4,12	4,1
	21	3,42	3,4
	22	3,12	3,1
	23	3,15	3,1
	24	4,19	4,2
	25	4,13	4,1
	26	3,91	3,9
	27	3,72	3,7
	28	4,15	4,1

Comparación de Resultados de Oxígeno Disuelto			
Fecha	No	Oxígeno Disuelto	
		Winkler	Electrónico
		mg/Lt	mg/Lt
Marzo	1	3,82	3,8
	2	3,69	3,7
	3	3,91	3,9
	4	3,71	3,7
	5	4,10	4,1
	6	3,20	3,2
	7	3,10	3,1
	8	3,70	3,7
	9	3,40	3,4
	10	3,11	3,1
	11	3,12	3,1
	12	4,21	4,2
	13	4,11	4,1
	14	3,92	3,9
	15	3,70	3,7
	16	4,10	4,1

Comparación de Resultados de Oxígeno Disuelto			
Fecha	No	Oxígeno Disuelto	
		Winkler	Electrónico
		mg/Lt	mg/Lt
Marzo	17	3,80	3,8
	18	3,70	3,7
	19	3,90	3,9
	20	3,71	3,7
	21	4,12	4,1
	22	3,20	3,2
	23	3,10	3,1
	24	3,2	3,0
	25	3,40	3,4
	26	3,12	3,1
	27	3,11	3,1
	28	4,21	4,2
	29	4,12	4,1
	30	3,95	3,9
	31	3,71	3,7